# DIE PILZKRANKHEITEN DER LANDWIRTSCHAFTLICHEN KULTURGEWÄCHSE

VON

JAKOB ERIKSSON

FRANCKH'SCHE VERLAGSHANDLUNG, STUTTGART

BOOKS

CAB INTERNATIONAL
MYCOLOGICAL INSTITUTE
LIBRARY

IMI \ Books / ERI

IMPERIAL BUREAU
22 MAR 1927
OF MYCOLOGY

Franckh's wissenschaftliche Bibliothek

# Die Pilzkrankheiten der landwirtschaftlichen Kulturgewächse

1140

# Die Pilzkrankheiten der Kulturgewächse

Handbuch für Pflanzenbauer und Studierende

Von

**Prof. Dr. Jakob Eriksson, Stockholm**

Ehr.-Mitgl. Sv. Landtbr. Ak., Stockholm u. Roy. Hort. Soc., London etz.; Mitgl. Wiss. Ak., Stockholm, Lund, Rom, Kopenhagen, Modena etz.; Korr. Ac. Agr. France, Paris; k. k. Landw. Ges., Wien; Mähr.-Schl. Ges. Ackerb., Brünn; Deutsch. Bon. Ver., Eisenach etz.

I. Teil

Mit 151 Abbildungen und 3 farbigen Tafeln

Zweite, vollständig neubearbeitete Auflage

Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart

Alle Rechte, besonders das Übersetzungsrecht, vorbehalten
Für die Vereinigten Staaten von Nordamerika
Copyright 1926 by Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart
Printed in Germany

Druck von C. Seifert, Köstritz (Thür.)

# Inhalt


| | Seite |
|---|---|
| Zur Einführung | VI |
| Vorwort | VII |
| A. Bau und Natur der Pilze | 1 |
| B. Übersicht der Pilzgruppen | 3 |
| C. Krankheitsformen | 10 |
| D. Allgemeine Schutzmaßregeln gegen die Krankheiten | 258 |
| E. Übersicht der wichtigsten Pilzkrankheiten der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen, geordnet nach den Wirtspflanzen | 270 |
| Register | 295 |

# Zur Einführung

Jakob Eriksson ist den Pflanzenpathologen kein Unbekannter. Seine bahnbrechenden Arbeiten über die Getreideroste mit ihren zahlreichen hochbedeutsamen Ergebnissen sind Allgemeingut der ganzen Kulturwelt geworden. Die geistvolle, vornehm sachliche und dabei doch zähe Art, mit der er seine Mykoplasmatheorie verteidigt, wird auch bei den Gegnern voll gewürdigt. Unermüdlich ist er im Eintreten für die internationale gemeinsame Bearbeitung bestimmter pflanzenpathologischer Zeitfragen. Wenn sich nun Eriksson entschlossen hat, einen Teil seiner reichhaltigen Sammlung von pflanzenpathologischen Erfahrungen in der Form eines kurzgefaßten Buchwerkes niederzulegen, so ist dieser Umstand geeignet, in den Kreisen der deutschen Pflanzenpathologen größtes Interesse zu erwecken. Eriksson will sich mit dem vorliegenden Werke aber nicht nur an seine Fachgenossen, sondern auch an die ausübenden Landwirte wenden, um ihnen die Ergebnisse langjähriger Forschungen und Erfahrungen über die pilzparasitären Erkrankungen der Kulturgewächse zugänglich zu machen. Es sei deshalb unseren deutschen Landwirten das Studium der Eriksson'schen „Pilzkrankheiten" bestens empfohlen. Es darf dabei daran erinnert werden, daß ihr Verfasser eine durchaus selbständige, eigene Wege gehende Forschernatur ist, so daß die in den „Pilzkrankheiten" niedergelegten Anschauungen in hohem Maße den Vorzug der Ursprünglichkeit besitzen. Sie sind geeignet, den Gesichtskreis des Landwirts, der bereits über pflanzenpathologische Vorkenntnisse verfügt, in wesentlicher Weise zu erweitern.

Halle (Saale)

**Prof. Dr. M. Hollrung**

# Vorwort

Seit dem Erscheinen der ersten Auflage dieses Buches im Jahre 1912 sind so gewaltige Fortschritte in unserer Kenntnis von den Pilzkrankheiten der landwirtschaftlichen Kulturgewächse gemacht worden, daß für eine neue Auflage des Buches eine vollständige Neubearbeitung des vorliegenden Materials unumgänglich war. Zahlreiche neue Krankheitsformen sind entdeckt worden, und die früher bekannten Formen hat man besser kennengelernt.

Das vorliegende Werk gibt eine allgemeine Übersicht über alle wichtigeren Arten der Pilzkrankheiten, welche die landwirtschaftlichen Gewächse in den Ländern des nördlichen und mittleren Europas heimsuchen, sowie über die gegen sie zu verwendenden Vorbeugungs- und Bekämpfungsmittel. Es werden in der Arbeit etwa 250 verschiedene Arten von Krankheiten besprochen. Mehrere sind bisher nur aus anderen Ländern als den eben erwähnten bekannt. In Anbetracht des jetzigen bequemen Verkehrs und des lebhaften Warenaustausches zwischen den Ländern, muß man aber darauf gefaßt sein, daß die Krankheitsformen fremder Länder zu jeder beliebigen Zeit sich auch in Nord- und Mitteleuropa zeigen werden. Im allgemeinen sind diese fremden Krankheiten nur recht kurz und mit feinerer Schrift besprochen worden.

Mit solch feiner Schrift werden auch in gewissen Fällen, wo die Meinungen der Forscher betreffs der Natur und Entwicklungsgeschichte der Krankheitserreger in wichtigen Punkten noch auseinandergehen und infolgedessen verschiedene Kampfmethoden empfohlen werden, die Gründe für die eine oder die andere Meinung kurz und sachlich angegeben. Damit ist dem interessierten Leser Gelegenheit gegeben, sich eine selbständige Auffassung, gegebenenfalls mit Ausnutzung eigener Erfahrung, in den betreffenden Fragen zu bilden.

Um ein Selbststudium auf dem phytopathologischen Gebiete den dafür interessierten Lesern zu ermöglichen und zu erleichtern, wird den Beschreibungen der wichtigeren Pilzgruppen und Krankheitsarten ein Hinweis auf gewisse Hauptwerke der dazugehörigen, grundlegenden Fachliteratur vorangeschickt. Mit demselben Ziel vor Augen werden auch hier und da im Texte, in Parenthesen, die Namen gewisser Forscher nebst Publikationsjahren angegeben. Mit Hilfe der parenthetischen Angaben dürfte jedermann, der es wünscht, bei Nachsehen in zugänglichen Fachzeitschriften (Sorauer's Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten Phytopathology u. a.) für das angegebene Jahr oder die nächstfolgenden Jahre ohne Schwierigkeit die zitierten Originalarbeiten oder Referate davon finden können. Leider ist es mir nicht möglich gewesen, alle die wichtigen Arbeiten, die nach der Abgabe des Manuskriptes erschienen sind und die ich hätte ausnutzen wollen, gebührend zu berücksichtigen.

Um das Erkennen der Krankheiten zu erleichtern, sind den Beschreibungen vieler Krankheitsformen Abbildungen beigefügt worden. Sie sind teils nach eigenen Photographien und Zeichnungen angefertigt, teils Arbeiten anderer Verfasser entliehen. Im letzteren Falle werden diese Verfasser im erklärenden Texte namhaft gemacht.

Ich weiß wohl, daß viele Mängel meinem Werke anhaften. Zum Teile sind sie eine Folge der großen, oft unüberwindlichen Schwierigkeit, die in der ganzen Weltliteratur verstreuten Originalarbeiten zu erreichen. Möchte indessen, trotz der also vorhandenen Unvollständigkeit und Mangelhaftigkeit, das Werk zu einem recht tatkräftigen und erfolgreichen Kampf gegen die Krankheiten beitragen können.

Es ist meine Absicht, in einem nachfolgenden zweiten Teile des Werkes, die wichtigeren Pilzkrankheiten der Garten- und Parkpflanzen Nord- und Mitteleuropas zu behandeln. In diesem Teile werden auch die Krankheiten solcher Pflanzen, die sowohl im Garten wie auf dem Acker in Mitteleuropa gebaut werden, insbesondere diejenigen des Weinstockes, Beachtung finden.

Der Verfasser

## A.

# Bau und Natur der Pilze

Die Pilze bilden eine große, abgeschlossene Gruppe des Pflanzenreiches. Äußerlich weichen sie, ähnlich wie die Algen und Flechten, dadurch von den höher ausgebildeten Pflanzen ab, daß sie keine Gliederung in Wurzel, Stamm und Blatt zeigen. Der ganze Pilzkörper besteht aus einem in Form und Bau wechselnden Thallus. Bezüglich der inneren Beschaffenheit und der Lebensweise unterscheiden sie sich von allen übrigen Pflanzengruppen durch den Mangel an Blattgrün (Chlorophyll), demzufolge ihnen die Fähigkeit abgeht, die in der Natur zugänglichen unorganischen Stoffe, wie Kohlensäure, Wasser, Salpetersäure und Ammoniak selbst aufzunehmen und in organische Verbindungen umzusetzen. Sie sind darauf angewiesen, ihre Nahrung in schon vorbereitetem Zustand aus anderen lebenden oder toten Organismen zu holen. Diejenigen Pilze, die sich von lebenden Tieren oder Pflanzen ernähren, werden als parasitische Pilze, diejenigen, welche von toten organischen Resten, tierischen oder pflanzlichen, leben, als saprophytische Pilze bezeichnet. Die Grenze zwischen diesen beiden Gruppen ist jedoch nicht scharf. Es gibt Pilze, die bald in jener, bald in dieser Weise auftreten können.

Den Teil des Pilzkörpers, der die Nahrung aufnimmt und leitet, nennt man das vegetative System des Pilzes. In der Regel ist dieses ein Mycel, bestehend aus meistens gegliederten und verzweigten Fäden, Hyphen (Eumycetes = Fadenpilze). Bei den niedrigsten Fadenpilzformen ist jedoch das Mycel zu einer einzigen, gewöhnlich ungegliederten Hyphe reduziert (Chytridiaceae). Bei den Schizomyceten (Bakterien) gibt es

gar kein Mycel, und bei den Myxomyceten (Schleimpilze) ist das Mycel durch einen unregelmäßig gestalteten Schleimkörper, Plasmodium, ersetzt.

Für die Verbreitung der Pilze während der Vegetationszeit und für das Fortbestehen derselben von einem Jahre zum anderen ist das fruktifikative System der Pilze besorgt. Die Verbreitung findet durch dünnwandige, schnell keimende Sommersporen (Uredosporen, Pyknokonidien usw.) statt, das Fortleben für Jahre durch dickwandige Wintersporen (Oosporen, Teleutosporen, Ascosporen usw.), die erst nach Überwinterung im Freien auskeimen. Für die Überwinterung gibt es außerdem noch andere Anordnungen, wie dichte, harte Mycel-Zusammenballungen, Sklerotien, und ein latentes Plasmaleben gewisser Pilze in symbiotischer Gemeinschaft mit dem Plasma der Nährzelle (Mykoplasma).

## B.

# Uebersicht der Pilzgruppen.


Seite

**1. Schizomycetes.** — Bakterien . . . . . 10

a) Bakteriosen der Kartoffel:

Knollenbakteriose *(Bacillus solaniperda* u. a.) . . . 12

Ringbakteriose *(Bacillus Solanacearum)* . . . . . 15

Stengelbakteriose *(Bacillus phytophthorus* u. a.) . . 18

Braunbakteriose *(Bacillus solanincola)* . . . . . 20

Schwarzrippigkeit der Kartoffelblätter . . . . . 20

b) Bakteriosen der Kohlgewächse:

Braunbakteriose *(Pseudomonas campestris)* . . . . 21

Weißbakteriose *(Pseudomonas destructans)* . . . . 27

Bakteriose an Weißkohl *(Pseudomonas sp.)* . . . . 28

Bakteriose an Blumenkohl *(Bacillus oleraceae* u. a.) 28

Kronengalle *(Pseudomonas tubefaciens)* . . . . . 28

Tuberculosis *(Bacterium beticolum)* . . . . . 29

c) Bakteriosen der Runkelrüben:

Schleimbakteriose *(Bacillus Betae)* . . . . . 30

Gummikrankheit *(Bacterium Mori)* . . . . . 31

Warzenbakteriose *(Bacterium scabiegenum)* . . . . 31

Kalifornische Bakteriose *(Bacillus sp.)* . . . . . 31

Gelbsucht der Rübenblätter *(Bacillus tabificans)* . 32

Keimlingsbakteriose *(Bacillus mycoides)* . . . . . 34

d) Bakteriosen der Getreide- und Grasarten:

Rotkörnigkeit des Getreides *(Micrococcus Tritici* . 34

Schwarzspelzigkeit *(Bacterium translucens* u. a.) . . 34

Bakteriosen des Mais *(Pseudomonas Stewarti, Bacillus Zeae)* . . . . . 35

Seite

Bakteriose der Zuckerhirse *(Bacillus Sorghi)* . . . 35
*Aplanobacter Rathyi, Bacterium moniliformans* . . 35
e) Bakteriose der Möhre *(Bacillus carotovorus)*. — Bakteriose der Lupine *(Bacillus elegans)*. — Bakteriose des Hanfes *(Bacillus cubonianus)* . . . . . 35
f) Bakteriosen des Tabaks:
Weißer Rost *(Bacillus maculicola)*. — Anthracnose *(Bacillus aeruginosus.)* — Wildfire *(Bacterium tabaficum)*. — Blackfire *(Bacterium angulatum)*. — Yellow-rust *(Bacterium melleum)* . . . . . 36

2. **Myxomycetes.** — Schleimpilze . . . . . 37
Hernie der Kohlgewächse *(Plasmodiophora Brassicae)* 38
Schwammschorf der Kartoffel *(Spongospora subterranea)* 43
*Physarum cinereum. — Spumaria alba* . . . . . 46

3. **Eumycetes.** — Fadenpilze . . . . . 47
I. *Oomycetes.*
a) Chytridinaceae:
Krebs der Kartoffel *(Synchytrium endobioticum)* 48
Wurzelbrand des Flachses *(Olpidiaster radicis)* . . 53
*Urophlyctis Alfalphae. — U. leproides* . . . . . 54
*Olpidium Brassicae. — O. Trifolii* . . . . . 55
*Pyroctonum sphaericum. — Rheosporangium aphanidermatus* . . . . . 55
b) Peronosporaceae. — Falscher Meltau.
Keimlingbrand *(Pythium de Baryanum)* . . . . . 57
Krautfäule der Kartoffel *(Phytophthora infestans)* 60
Rotfäule der Kartoffel *(Phytophthora erythroseptica)* 72
Falscher Meltau der Runkelrübe *(Peronospora Schachtii)* . . . . . 74
Falscher Meltau der Luzerne *(Peronospora Trifoliorum)* . . . . . 76
*Peronospora Viciae. — P. parasitica* . . . . . 78
*Peronospora obovata. — P. arborescens. — P. cannabina. — P. Maydis. — Pseudoperonospora Humuli. — Plasmopara nivea* . . . . . 79
*Sclerospora graminicola. — Scl. macrospora* . . . 80
Weißer Rost der Kreuzblütler *(Cystopus candidus)* . 81

Seite

II. *Basidiomycetes.*

a) Ustilaginaceae. — Brandpilze.

Steinbrand des Weizens *(Tilletia Tritici, T. laevis)* 84

*Tilletia Secalis. — T. Panicii. — T. Hordei. — T. Lolii. — T. decipiens. — T. Holci* . . . . . 94

*Tilletia striaeformis* . . . . . 94

Flugbrand des Weizens *(Ustilago Tritici)* . . . . 95

Flugbrand der Gerste *(Ustilago nuda)* . . . . . 97

Hartbrand der Gerste *(Ustilago Hordei)* . . . . . 99

Flugbrand des Hafers *(Ustilago Avenae)* . . . . . 101

Hartbrand des Hafers *(Ustilago Kolleri)* . . . . . 103

Beulenbrand des Maises *(Ustilago Maydis)* . . . . 103

*Ustilago Fischeri. — U. Reiliana* . . . . . 106

Staubbrandformen der Sorghohirse *(Ustilago Sorghi. — U. bulgarica. — U. cruenta)* . . . . . 106

*Ustilago Panici-miliacei. — U. Rabenhorstiana. — U. Digitariae. — U. Crameri* . . . . . 107

*Ustilago perennans. — U. bromina. — U. longissima. — U. hypodytes. — U. grandis* . . . . . 108

Stengelbrand des Roggens *(Urocystis occulta)* . . . 110

*Urocystis Tritici. — U. Bolivari* . . . . . 111

b) Uredinaceae. — Rostpilze.

Schwarzrost *(Puccinia graminis)* . . . . . 118

*Puccinia Phlei-pratensis* . . . . . 126

Braunrost des Roggens *(Puccinia dispersa)* . . . . 127

Braunrost des Weizens *(Puccinia triticina)* . . . . 128

*Puccinia bromina. — P. holcina. — P. Triseti* . . 129

Gelbrost *(Puccinia glumarum)* . . . . . 129

Kronenrost des Hafers *(Puccinia coronifera)* . . . 135

*Puccinia coronata* . . . . . 137

Zwergrost der Gerste *(Puccinia simplex)* . . . . . 138

Maisrost *(Puccinia Maydis)* . . . . . 139

Hexenbesenrost der Berberitze *(Puccinia Arrhenateri)* . . . . . 139

*Puccinia Poarum. — P. Poae-alpinae. — P. Milii. — P. Anthoxanthi. — P. Phragmitis. — P. Magnusiana* . . . . . 141

*Puccinia Helianthi. — P. Cichorii. — P. Spergulae* 143

Seite

Rübenrost *(Uromyces Betae)* . . . . . 144
*Uromyces Fabae. — U. Trifolii-repentis. — U. Trifolii. — U. Anthyllidis. — U. Onobrychidis. — U. striatus* . . . . . 145
*Uromyces Dactylidis. — U. Poae* . . . . . 147
*Melampsora Lini. — M. liniperda* . . . . . 147

c) Hymenomycetineae.

Filzkrankheit der Kartoffel *(Hypochnus Solani. — Rhizoctonia Solani)* . . . . . 148
Typhulafäule der Gramineen *(Typhula graminum)* 150
*Typhula Betae. — T. Trifolii. — T. gyrans* . . . . 151

III. *Ascomycetes.*

a) Erysiphaceae. — Meltaupilze. 153
Grasmeltau *(Erysiphe graminis)* . . . . . 155
*Erysiphe communis* . . . . . 157
*Microsphaera Betae* . . . . . 157

b) Perisporiaceae.

Wurzelbräune *(Thielavia basicola)* . . . . . 158

c) Hypocreales.

Schneeschimmel des Getreides *(Calonectria graminicola. — Fusarium nivale)* . . . . . 160
*Gibberella Saubinetii* . . . . . 163
*Diplodia Zeae* . . . . . 164
Kolbenpilz der Gräser *(Epichloë typhina)* . . . . 164
Mutterkorn *(Claviceps purpurea)* . . . . . 166
*Claviceps Wilsonii. — Cl. microcephala* . . . . . 171

d) Dothideales.

*Phyllachora graminis* . . . . . 171
*Plowrightia Trifolii* . . . . . 171
*Diachora Onobrychidis* . . . . . 172

e) Sphaeriales.

Schwärze des Getreides *(Mycosphaerella Tulasnei. — Cladosporium herbarum)* . . . . . 172
*Stromatinia temulenta (Endoconidium temulentum)* 175
Herzfäule der Runkelrüben *(Mycosphaerella tabifica. — Phoma Betae)* . . . . . 176
*Mycosphaerella brassicicola (Phyllosticta Brassicae)* 180

Seite

*Mycosphaerella pinodes (Ascochyta Pisi)* . . . . 181
*Mycospsaerella exitialis, — M. recutita* . . . . . 181
*Laestadia microspora. — Sphaerulina Trifolii. — Pleosphaerulina Briosiana* . . . . . 182
Fußkrankheit des Getreides *(Leptosphaeria herpotrichoides* und *Ophiobolus herpotrichus)* . . . . 182
*Ophiobolus cariceti. — O. graminis* . . . . . 187
*Dilophia graminis* . . . . . 187
*Gibellina cerealis* . . . . . 188
Streifkrankheit der Gerste *(Pleospora trichostoma — Helminthosporium gramineum)* . . . . . 189
*Pyrenophora Tritici-repentis* . . . . . 192
Braunfleckigkeit der Gerste *(Pyrenophora teres. — Helminthosporium teres)* . . . . . 193
*Helminthosporium Bromi. — H. Avenae. — H. sativum* . . . . . 195
*Leptosphaeria Tritici* . . . . . 195
*Leptosphaeria exitialis (Phoma Hennebergii)* . . . 196
Wurzeltöter der Luzerne *(Leptosphaeria circinans. — Rhizoctonia Medicaginis)* . . . . . 197
Wurzeltöter des Klees . . . . . 200
Mohrrübenfäule *(Leptosphaeria Rostrupii — Phoma Rostrupii)* . . . . . 201
Schwärze der Kohlgewächse *(Leptosphaeria Napi. — Sporidesmium exitiosum)* . . . . . 203
*Leptosphaeria avenaria* . . . . . 204

f) Discomycetes.

Kleekrebs *(Sclerotinia Trifoliorum)* . . . . . 205
*Sclerotinia Nicotianae* . . . . . 207
Sklerotiniafäule *(Sclerotinia Sclerotiorum)* . . . . 208
Botrytisfäule *(Botrytis cinerea)* . . . . . 214
*Pseudopeziza Medicaginis. — Ps. Trifolii. — Pyrenopeziza Medicaginis* . . . . . 216
*Mitrula Sclerotiorum* . . . . . 217

**4. Fungi imperfecti**

I. *Sphaeropsidaceae.*

*Phyllosticta Tabaci* . . . . . 218

Seite

*Phyllosticta Trifolii. — Ph. Anthyllidis. — Ph. Fabae. — Ph. phaseolina. — Ph. Polygonorum. — Ph. Humuli. — Ph. Cannabis* . . . . . 219
Fallsucht des Kohls *(Phoma oleracea)* . . . . . 219
*Phoma Napobrassicae* . . . . . 222
*Septoria Tritici. — S. Secalis. — S. Passerini. — S. Agropyri. — S. Bromi* . . . . . 222
*Septoria Pastincae. — S. Medicaginis. — S. leguminum. — S. Anthyllidis. — S. Spergulae. — S. Humuli* . . . . . 223
*Ascochyta graminicola. — A. zeina. — A. sorghina. — A. Phaseolorum. — A. Boltshausii. — A. Fagopyri. — A. Humuli. — A. Nicotianae* . . . . 224

II. *Melanconiaceae.*

Stengelbrenner des Klees *(Gloeosporium eaulivorum)* . . . . . 224
*Gloeosporium Trifolii. — Gl. graminum. — Gl. Dactylidis* . . . . . 225
*Marssonina Secalis* . . . . . 225
*Cryptosporium leptostromiforme* . . . . . 225
*Chromosporium Maydis* . . . . . 225

III. *Hyphomycetes.*

Graufleckigkeit der Runkelrübe *(Ramularia Betae)* 226
*Ramularia sphaeroidea. — R. Onobrychidis. — R. Schulzeri. — Ovularia deusta* . . . . . 226
Blattschwärze der Runkelrübe *(Cercospora beticola)* 227
*Cercospora Apii. — C. Medicaginis. — Dendryphium penicellatum* . . . . . 228
Gelbfleckigkeit des Kartoffelkrautes *(Cercospora concors)* . . . . . 229
Dürrfleckigkeit des Kartoffelkrautes *(Sporidesmium Solani varians)* . . . . . 230
*Macrosporium sarcinaeforme. — Alternaria tenuis* 232
Gürtelschorf der Runkelrübe *(Oospora cretacea* u. a.*)* 232
Ringelschorf der Kartoffel *(Actinomyces aeruginosus* u. a.*)* . . . . . 234
*Spondylocladium atrovirens* . . . . . 235

Seite

IV. *Fusarium.*

Fusariosen der Getreide- und Grasarten:

*Fusarium avenaceum. — F. culmorum. — F. graminum. — F. aurantiacum* u. a. . . . . 236

*Fusarium Maydiperdum* . . . . . 238

Fusariosen der Leguminosen:

St. Johanniskrankheit der Erbsen *(Fusarium vasinfectum, F. redolens, F. falcatum* u. a.*)* . . . . 238

*Fusarium oxysporum. — F. tracheifilum* . . . . . 240

Weißfäule der Kartoffel *(Fusarium coeruleum)* . . 240

V. *Rhizoctonia.*

Wurzeltöter der Wurzelgewächse *(Rhizoctonia violacea)* . . . . . 243

5. **Unvollständig erforschte Krankheiten.**

Graufleckigkeit des Hafers . . . . . 246

Blattrollkrankheit der Kartoffel . . . . . 249

„Yellowing", „Buntwerden", „Internal Disease" „Sprain" . . . . . 253

Mosaikkrankheit des Tabaks . . . . . 254

„Pocken" . . . . . 257

# C

# Krankheitsformen.

## 1. Schizomycetes. — Bakterien.

Schmidt, J. u. Weis, F., Die Bakterien. Jena, 1902, S. 1—415.
Smith, Erw. F., Bacteria in relation to Plant Diseases. Corn. Inst. of Washington. Publ. 27 I, 1905, S. 1—285; II, 1911, S. 1—368; III, 1914, S. 1—309.
Smith, Erw. F., An introduction in Bacterial Diseases of Plants. Philadelphia u. London, 1920, S. 1—688.
Löhnis, F., Studies upon the life cycles of the Bacteria. Part I. Mem. Nat. Acad. Sc., Vol. 16, 1921, S. 1—252.

Die Bakterien sind die kleinsten und am niedrigsten stehenden von allen organischen Wesen. In Millionen angehäuft bilden sie eine fürs bloße Auge sichtbare, trübe Masse in faulen Flüssigkeiten, in kranken Tier- und Pflanzengeweben usw. Einzeln können sie aber nur unter Anwendung starker Vergrößerung beobachtet werden. Jede Bakterie besteht aus einer einzigen Zelle. Oft sind deren mehrere in zusammenhängenden Kolonien

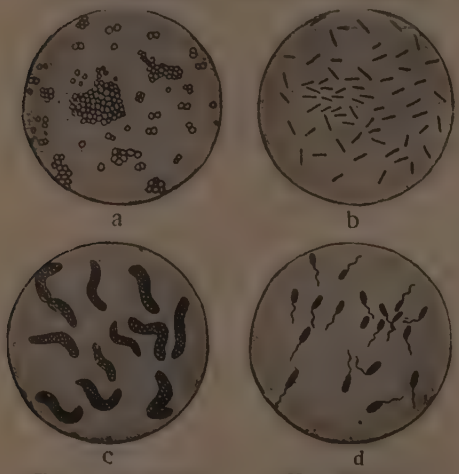



Fig. 1. Bakterien. a. Kugelförmige. — b Stäbchenförmige. — c. Schraubenförmige. — d. Geißeltragende. — Stark vergrößert. (Nach W. Migula und E. Warming.)

geordnet. Eine große Anzahl solcher Kolonien bilden zusammen die mit bloßem Auge sichtbaren trüben Anhäufungen. Die Bakterien können kugel-, stab- oder schraubenförmig sein. Vorwiegend sind es Stäbchenbakterien, die bei der Entstehung von Pflanzenkrankheiten tätig sind.

In der Regel vermehren sich die Bakterien durch Zweiteilung. Die beiden Teilzellen können entweder sich voneinander trennen und gleich darauf jede für sich ein selbständiges Leben anfangen oder auch verbunden bleiben und faden-, tafel- oder würfelförmige Kolonien bilden. Die Bakterien sind oft mit einem oder mehreren Geiselfäden, Cilien, versehen, welche bei der Bewegung derselben in Tätigkeit treten. Bei vielen Bakterien hat man außer der Zweiteilung auch eine Vermehrung durch Sporen gefunden. Die Endosporen sind dickwandig und entstehen im Inneren der Zellen. Diese Sporen können als Dauersporen bezeichnet werden. Sie besitzen eine große Widerstandsfähigkeit gegen äußere Einflüsse.

In neuerer Zeit hat man bei den Bakterien noch mehrere andere Entwicklungsphasen unterschieden, unter diesen insbesondere ein formloses Stadium, „Bakterium - Plasmodium", „Symplasm" genannt, in welchem der Inhalt einer oder mehrerer Bakterienzellen neben den umschließenden festen Membranen ein symbiotisches Ganzes bildet, aus welchem später normale Bakterienzellen generiert werden. Endlich hat man eine Sexualität bei den Bakterien beschrieben (Almqvist, 1923).

Es war schon lange bekannt, daß Bakterien nicht nur bei allerlei in der Natur sich abspielenden Fäulnis- und Gärungsprozessen, sondern auch bei vielen ansteckenden Krankheiten der Menschen und Tiere eine sehr große Rolle spielen. Dagegen ist es erst während der letzten Jahrzehnte in Erfahrung gebracht worden, daß Bakterien für die Entstehung von Pflanzenkrankheiten von Bedeutung sein können. Jedes Jahr bringt neue Entdeckungen in dieser Richtung, so daß solche Krankheiten, die sog. Bakteriosen, bereits in erheblicher Anzahl bekannt sind.

Die Bakterienformen, welche Pflanzenkrankheiten hervorrufen, gehören wesentlich zur Familie der Stäbchenbakterien, Bacteriaceae, und sind auf drei Gattungen zu verteilen: 1. *Bacterium* Ehr. mit unbeweglichen Zellen, 2. *Bacillus* Cohn

mit beweglichen Zellen und über den ganzen Körper verteilten Cilien, und 3. *Pseudomonas* Mig. mit beweglichen Zellen und einer oder einiger Cilien aus dem einen Ende der Zelle.

Im folgenden werden einige der wichtigsten Bakteriosen der Landbaupflanzen beschrieben.

## a) Bakteriosen der Kartoffel.

Kramer, E., Bakteriologische Untersuchungen über die Naßfäule der Kartoffelknollen. Öst. Landw. Zentr.-Bl., I, 1891, S. 11 usw.

Wehmer, C., Untersuchungen über Kartoffelkrankheiten. 3. Die Bakterienfäule der Knollen (Naßfäule). Zentr.-Bl. Bakt., Abt. 2, Bd. 4, 1898, S. 540 usw.

Appel, O., Untersuchungen über die Schwarzbeinigkeit und die durch Bakterien hervorgerufene Knollenfäule der Kartoffel. Arb. Biol. Abt., Land- u. Forstw., Kais. Ges.-Amt, Bd. 3, 1903, S. 364—432.

Appel, O., Bakterienringkrankheiten der Kartoffel. Mitt. Kais. Biol. Anst., Land- u. Forstw., H. 2, 1906, S. 9—10.

Schuster, J., Zur Kenntnis der Bakterienfäule der Kartoffel. Arb. Kais. Biol. Anst., Land- u. Forstw., Bd. 8, H. 4, 1912, S. 452—492.

Spieckermann, A., Untersuchungen über die Kartoffelpflanze und ihre Krankheiten. I. Die Bakterienringfäule der Kartoffelpflanze [mit P. Kolthoff] Landw. Jahrb., Bd. 46, 1914, S. 659—732.

Schander, R., Die wichtigsten Kartoffelkrankheiten. Bakterienfäulen. Arb. Ges. Förd. Bau. Kart., H. 4, II. Bearb., 1916, S. 72—75.

### Knollenbakteriose der Kartoffel.

*Bacillus solaniperda* Mig. u. a.

Diese Krankheit, die auch „Bakterien-Fäule" („Knollen"-, „Naß"-, „Trocken"- und „Wurzelfäule") der Kartoffel genannt wird, erscheint erst im Herbst, zur Erntezeit der Kartoffeln. Im jüngsten Stadium treten braune Flecken im Inneren der Knollen auf; entweder sind zahlreiche kleinere Flecken an verschiedenen Stellen im Knollengewebe eingestreut oder der mittlere Teil der Knolle wird von einem großen Flecken eingenommen.

Wenn der Boden infolge regnerischer Witterung von Feuchtigkeit übersättigt ist, so breitet sich, besonders in Lehmboden oder wenn die Knollen naß geerntet und feucht gelagert werden, die Fäule in den Knollen aus. Nicht nur Zellwände, sondern auch Stärkekörner werden aufgelöst, bis schließlich das ganze Innere

der Knolle aus einer übelriechenden, dickflüssigen, von der Kartoffelschale umschlossenen, grauen Schleimmasse besteht. Solche Knollen werden als naßfaul bezeichnet und die Krankheit Naßfäule („Ersaufen") genannt.

Wenn dagegen trockene Witterung folgt und der Boden sandig ist, so daß er das Wasser leicht durchläßt, so hört der Fäulnisprozeß auf. Die Knolle trocknet ein und wird hart. Im Inneren entstehen zahlreiche kleine Löcher, die von einem weißen Lager recht gut erhaltener Stärkekörner bekleidet sind. Die Knolle ist in diesem Zustande trokkenfaul, und die Krankheit heißt Trockenfäule („Stockfäule"). Die Stärke solcher Kartoffeln kann zu technischen Zwecken, z. B. zur Herstellung von Dextrin, Verwertung finden.

Fig. 2. Knollenbakteriose der Kartoffel. a. und b. Durchschnitte kranker Kartoffelknollen. — c. Teil aus der Schleimmasse, mit zwei Bakterienformen, von denen die eine *(Bacillus amylobacter)* zugespitzte, die andere *(B. solaniperda)* stumpfe Enden hat. — (a. u. b. nach E. Rostrup, c. nach C. Wehmer.

Man war lange Zeit der Ansicht, die Naßfäule sowohl als die Trockenfäule seien dem die Krautfäule der Kartoffelpflanze bewirkenden Schimmelpilz, *Phytophthora infestans* (Mont.) de By., zuzuschreiben, und man betrachtete die braunen Flecken, welche dieser Pilz an der Oberfläche reifender Knollen hervorrufen kann, als ein den beiden Formen von Fäule notwendig vorausgehendes Krankheitsstadium. Schließlich ist man jedoch dar-

über einig geworden, daß dies nicht der Fall ist. Sowohl Naßfäule wie Trockenfäule können nur durch Bakterien bewirkt werden.

Die Frage, durch welche Form oder Formen von Bakterien diese Bakteriose hervorgerufen wird, ist kaum noch völlig aufgeklärt. Verschiedene Forscher sind zu verschiedenen Ergebnissen gelangt. Einerseits wird die Hauptrolle bei der Zerstörungsarbeit dem zur Gruppe der Stäbchenbakterien gehörenden *Bacillus solaniperda* Mig. zugeschrieben (Kramer, 1891), andererseits werden neben dieser Spezies mehrere andere Bakterienformen, wie *Bacillus amylobacter* van Tiegh., *Bacterium fluorescens* Lehm. u. Neum., *Bacterium xanthochlorum* Schust., *Bacterium phytophthorus* App. u. a., als mitwirkende Fäulniserreger zugerechnet.

Das Zustandekommen der Infektion ist an das Vorhandensein einer Wunde gebunden. Die Bakterien leben in den Zellen, und die Verbreitung der Infektion ist ein einfaches Umsichgreifen von Zelle zu Zelle, wobei die Gefäße als Leitungsbahnen keine wesentliche Rolle spielen. Daher sind diese Fäulnisprozesse örtlich begrenzt, enden aber trotzdem wegen ihrer großen Vehemenz meist mit baldigem Tode des befallenen Organs.

Es gibt auch Forscher, die meinen, daß das gesunde Knollengewebe, sei es nun intakt oder verletzt, von keiner Bakterienform als primärem Fäulniserreger angegriffen werde, sondern nur wenn gewisse, dazu prädisponierende, äußere Umstände, wie übermäßige Feuchtigkeit oder Wärme (mehr als 15—20° C), in engen Aufbewahrungsorten vorhanden gewesen und demzufolge überall verbreitete Fäulniserreger, die sonst harmlos sich in der Umgebung finden, plötzlich zum parasitischen Eingriff geweckt worden seien (Wehmer, 1898).

Verschiedene Kartoffelsorten zeigen eine wesentlich verschiedene Widerstandsfähigkeit gegen die Krankheit. Zu den am meisten empfänglichen gehören im allgemeinen die frühen Speisekartoffeln, zu den widerstandsfähigsten die späten Futter- und Industriesorten.

*Schutzmaßregeln:* 1. Man verwende zur Aussaat nur gesunde Knollen. — 2. Zur Kultur im großen sind solche am Orte geprüfte Sorten, die sich gegen die Krankheit widerstandsfähig ge-

zeigt haben, zu benutzen. — 3. Die Kartoffeln sind an hochgelegenem, gut entwässertem, wo möglich sandigem Boden zu bauen. — 4. Reichlicher Zugang an Kali und Phosphorsäure im Boden erhöht die Widerstandsfähigkeit gegen Fäule; starke Kalkdüngung wirkt in entgegengesetzter Richtung. — 5. Die geernteten Kartoffeln müssen gut trocken sein, wenn sie für den Winter eingelegt werden; auch die Lagerräume sollen trocken und luftig sein.

## Ringbakteriosen der Kartoffel.

*Bacillus Solanacearum* Erw. Sm. und
*Bacterium sepedonicum* Spieck. u. Kolth.

Im Jahre 1906 wurde eine neue Kartoffelkrankheit aus Westdeutschland beschrieben. Diese Krankheit, welche die Bakterien-Ringkrankheit benannt wurde, gab sich durch folgende Kennzeichen kund.

Einige Wochen nach der Saat der Kartoffeln zeigte sich, daß die Pflanzen zum Teil nicht aufgegangen waren. Beim Graben an den leeren Stellen fand man eine anscheinend gesunde Saatknolle, deren Ausläufer aber, ebenso wie das übermäßig reichverzweigte Wurzelsystem, im Absterben begriffen waren. Andere Pflanzen waren wohl über den Boden hinaufgewachsen, nahmen aber schon frühzeitig ein kränkliches und verkrüppeltes Aussehen an, mit glasigen Stengeln und kleinen Blättern. Das Wachstum dieser Pflanzen hörte bald ganz auf. Andere Pflanzen wiederum sahen gesund aus und setzten ihr Wachstum bis in den Hochsommer hinein fort; die Sprossen wurden aber dann durchscheinend, braunfleckig und vor der Zeit welk.

Diese Krankheit wird durch Bakterien, besonders durch *Bacillus Solanacearum* Erw. Sm. bewirkt, die dem Gefäßbündelring durch die ganze Pflanze folgen und in demselben schwarze Punkte oder Flecken hervorrufen. Bei schwächerem Befall sieht man im äußeren Teil einer durchschnittenen Knolle einen krankhaft veränderten Ring. Bei schweren Angriffen wird die ganze innere Masse dunkel. Von außen her war an der Knolle die Krankheit oft nicht ersichtlich.

Diese Krankheit hält sich von einem Jahr bis zum anderen vorwiegend durch schwach angegriffene Knollen. Wenn man eine solche Knolle zur Saat verwendet, so wird auch die aufwachsende Pflanze mehr oder weniger krank. Die Krankheit wird auf ge-

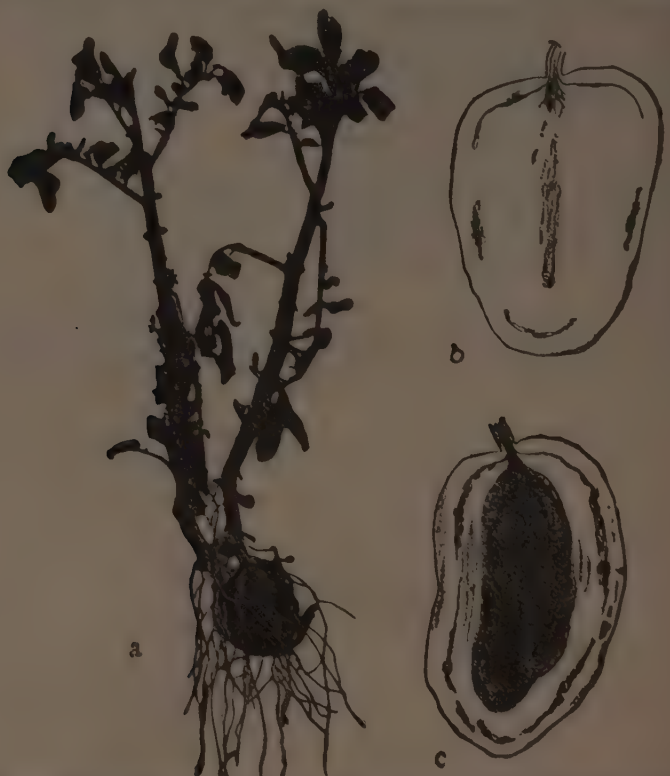



Fig. 3. Ringbakteriose der Kartoffel. a. Aus einer ringkranken Knolle erwachsene Pflanze. — b. Eine von Ringbakteriose leicht und c eine schwer befallene Knolle, in Durchschnitten. (Nach O. Appel.)

sunde Kartoffeln übertragen, wenn an diesen Wunden vorhanden sind, durch welche die Bakterien Eintritt gewinnen können.

Die Krankheit hat bisweilen große Verheerungen angerichtet. Im Jahre 1905 wurden in einer Gegend von Deutschland 60—70 % der Ernte zerstört, ja es gab Kartoffelfelder, die so schwer ange-

griffen waren, daß man es nicht für der Mühe wert hielt, die Ernte vorzunehmen. Durch denselben Krankheitserreger können auch zahlreiche andere Pflanzenarten, wie z. B. Tomaten, Tabak usw., angegriffen werden.

Im Jahre 1914 wurde aus Westfalen unter dem Namen von Bakterien-Ringfäule eine neue Gefäßbakteriose der Kartoffel beschrieben. Der Erreger dieser Fäule, die in den Knollen sowie in den oberirdischen Stengeln kranke Veränderungen hervorruft, wird *Bacterium sepedonicum* Spieck u. Kotth. benannt. An den Knollen ist äußerlich die Krankheit nicht zu erkennen. Ein dicht unter dem Nabel der Knolle ausgeführter Schnitt zeigt aber im Gefäßring erweichte Herde. Unter Umständen kann schon bei der Ernte der ganze Gefäßring naßfaul sein. Durch die Abtötung des die Gefäßbündel umgebenden Parenchymgewebes entstehen Höhlungen, die mit einer schleimigen Masse gefüllt sind. Beim Austreiben kranker Kartoffeln können die Bakterien durch die Augen in die jungen Triebe einwachsen. Starke Infektion führt zum Absterben der jungen Triebe, ehe sie die Erdoberfläche erreichen, oder im günstigsten Falle zur Entwicklung verkrüppelter Triebe, bisweilen beides an ein und derselben Kartoffelpflanze. Bei geringerem Befall kann sich das Kraut scheinbar normal entwickeln. Warme und trockene Witterung scheint die Entwicklung der Bakterien zu begünstigen und folglich ein schnelleres Absterben der Pflanzen hervorzurufen. Die Bakterien verbreiten sich auch in den Stolonen und führen hier zu einer Neuinfektion der neuen Knollen, durch welche die Krankheit in das nächste Jahr übertragen wird. In sehr trockenen Jahren kommt die Krankheit schon im Juli deutlich zum Vorschein, in normalen Jahren aber erst im Spätsommer. Je stärker der Befall, um so größer natürlich die Schädigung der Ernte. Von der Fäule befallene Saatkartoffeln sind wegen der Verfärbungen in ihrem Inneren schwer verkäuflich; als Saatkartoffeln sind sie unverwendbar (Spieckermann u. Kotthoff, 1914).

*Schutzmaßregeln:* 1. Zur Aussaat dürfen nur gesunde Kartoffeln verwendet werden. Man kann die Saatknollen im Voraus untersuchen, indem man einige Knollen halbiert und die Schnittflächen im Freien nach oben auslegt. Wenn sogleich oder nach einigen Stunden dunkle Flecken an den Schnittflächen erscheinen,

so darf die Partie nicht zur Aussaat benutzt werden. — 2. Am besten werden ganze, nicht geteilte Kartoffeln zur Saat verwendet. Wenn man jedoch gespaltene Kartoffeln anwenden will, muß die Spaltung schon 1—2 Tage vorher vorgenommen werden, so daß sich an den Schnittflächen eine Korkschicht bilden kann, die das Eindringen der Bakterien verhindert. — 3. Im Hochsommer untersuche man die Kartoffelfelder und entferne sorgfältig alle verdächtigen, vorzeitig verwelkten Pflanzen, sowohl Kraut als Knollen.

## Stengelbakteriose der Kartoffel.

*Bacillus phytophthorus* App.

Diese Krankheit, auch „Schwarzbeinigkeit" genannt, gibt sich schon früh im Sommer auf den Kartoffelfeldern dadurch kund,

a. b.

Fig. 4. Stengelbakteriose der Kartoffel. a. Eine ganze erkrankte Pflanze. — b. Unterer Teil eines kranken Stengels. (a. nach O. Appel, b. Orig.)

daß das Kraut schnell vergilbt und nicht weiter wächst, und daß die oberen Blättchen oft nach oben etwas zusammengefaltet werden. Gleichzeitig findet man, daß der Stengel an der Erdoberfläche schwarz und im Absterben ist, wobei der schwarze Teil nicht selten schmäler als der gesunde ist. Bisweilen ist nur ein einziger Spross der betreffenden Pflanze in dieser Weise angegriffen. Meist findet sich die Krankheit vereinzelt, selten gruppenweise, in einem Felde. Der kranke Stengel steckt nur locker in der Erde und läßt sich ohne Anstrengung aus dem Boden ziehen.

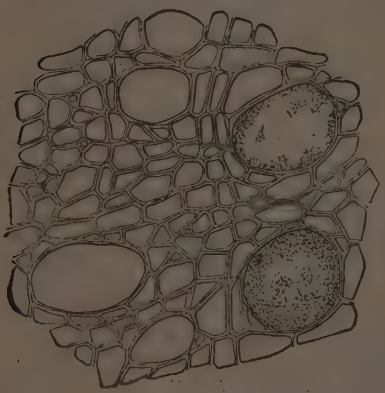


Fig. 5. Stengelbakteriose der Kartoffel. Gefäßbündelgewebe, mit zwei Bakterien enthaltenden Gefäßen, aus einem unten erkrankten Stengel. (Nach O. Appel.)

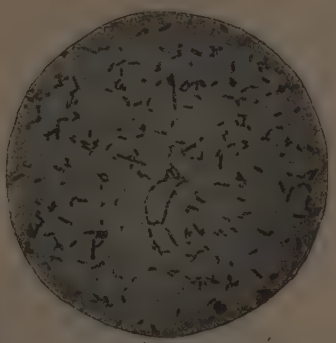


Fig. 6. Bacillus phytophthorus. Stark vergrößert. (Nach O. Appel.)

Bei regnerischer Witterung fühlt sich der schwarze Stengelteil schleimig an.

Schon Ende Juni können solche kranke Pflanzen auf dem Kartoffelfelde entdeckt werden. Zu dieser Zeit sind noch keine Knollen gebildet worden. Solche Pflanzen sterben innerhalb einer Woche ab. Bei den Pflanzen, die später im Sommer erkranken und Knollen schon angesetzt haben, dringt die Krankheit auch in diese hinein. Das Innere der Knollen wird schwarz und faul. Bakterien sind massenweise in den Gefäßbündeln des Stengels sowie in den Knollengeweben vorhanden. Aus kranken Pflanzen geerntete Knollen, die im folgenden Jahre als Saatgut verwendet werden, liefern kranke Pflanzen (Appel, 1903; Morse, 1910; Shapovalov u. Edson, 1921).

Die Krankheit wurde zuerst in Frankreich anfangs der 90er Jahre des vorigen Jahrhunderts beobachtet und unter dem Namen „Gangrène de la tige" besprochen. Später ist sie auch in den meisten übrigen kartoffelbauenden Ländern aufgetreten.

Als Krankheitserreger werden aus verschiedenen Ländern verschiedene Bakterienformen angegeben: *Bacillus caulivorus* Prill. u. Delacr. in Frankreich, *B. atrosepticus* van Hall in Holland, *B. phytophthorus* App. in Deutschland, *B. melanogenes* Peth. u. Murph. in Irland und *B. solanisaprus* Harr. in Kanada.

*Schutzmaßregeln:* 1. Verwendung gesunder Saat. — 2. Ungeteilte Kartoffeln werden zur Saat benutzt. — 3. Ein Boden, der in den vorhergehenden Jahren kranke Kartoffeln hervorgebracht hat, darf nicht zum Kartoffelbau verwendet werden. — 4. Starke Stickstoffdüngung muß vermieden werden. — 5. Im Laufe des Sommers besichtige man ab und zu die Kartoffelfelder, reiße alle kranken Pflanzen sogleich aus und vernichte sie.

Als **Braunbakteriose der Kartoffel** dürfte eine andere, später im Sommer erscheinende Art von Stengelbakteriose bezeichnet werden können, die zuerst in Frankreich beobachtet und 1901 unter dem Namen „Brunissure" beschrieben wurde und nachträglich auch in England gefunden worden ist. Die Blätter vergilben vorzeitig. Die Stengel werden dünn und sterben von unten herauf ab. Der Gefäßbündelring zeigt gelbbraune Flecken mit ausfließendem, gelben Schleim sowohl im Stengel wie in den Knollen. Der Krankheitserreger ist *Bacillus solanincola* Delacr.

Fig. 7. Schwarzrippigkeit der Kartoffelblätter. (Orig.)

Unter dem Namen von **Schwarzrippigkeit der Kartoffelblätter** („Nervation noire des feuilles de Pommes de terre") mag endlich hier eine bisweilen auf früh unter Glas getriebenen Kartoffeln

wahrgenommene Kartoffelbakteriose erwähnt werden, obgleich die krankheitserregende Bakterie noch nicht isoliert worden ist. Sie macht sich durch schwarze Flecken und Striche, speziell den größeren Blattrippen entlang, bemerkbar. Die so befallenen Blätter sterben sehr schnell ab und fallen als eine schwarze, schleimige Masse zum Boden. Diese Krankheit wurde auf frühgetriebenen Kartoffeln in Schweden am 1. April 1910 und am 11. März 1913 beobachtet.

## b) Bakteriosen der Kohlgewächse.

### Braunbakteriose der Kohlgewächse.

*Pseudomonas campestris* (Pam.) Erw. Sm.

Pammel, L. H., Bacteriosis of Rutabaga (Bacillus campestris n. sp.). Iowa Agr. Exp. St., Bull. 27, 1895, S. 130—134.
Smith, Erw., Pseudomonas campestris Pam., the cause of a Brown rot in cruciferous plants. Zentr.-Bl. Bakt., II, 3, 1897, S. 284 usw.
Smith, Erw., The Black rot of the cabbage. U. St. Dep. Agr., Farm. Bull. 68, 1898, S. 1—22.
Hecke, L., Die Bacteriosis der Kohlrabi. Zeitschr. Landw. Vers.-Wes., Öst. 1902, S. 1—21.
Smith, Erw., The effect of the Black rot on Turnips. U. St. Dep. Agr., Bur. Pl. Ind., Bull. 29, 1903, S. 1—19.
Smith, Erw., Black rot on cruciferous plants. Bact. in Relat. to Pl. Dis., II, 1911, S. 300—334.
Clinton, C. R., Black bacterial rot. Rep. Conn. Agr. Exp. St., 1911 bis 1912: 1913, S. 345—347.

Diese Krankheit befällt verschiedene Kohlsorten, wie Kopfkohl, Sprossenkohl, Blumenkohl, Blätterkohl und Kohlrabi, außerdem aber auch Kohlrüben, Weiße Rüben und Raps, ja bisweilen auch Radieschen und Senf. Es können Pflanzen in allen Entwicklungsstadien davon befallen werden, von den jungen Sämlingen der Anzuchtkästen bis zu den erwachsenen Pflanzen, die fertig sind, um auf den Markt gebracht zu werden. Geschieht der Angriff früh genug, so gehen die Pflanzen bald zu Grunde oder sie hören auf, sich weiter zu entwickeln. An älteren Pflanzen tritt der Angriff oft einseitig zutage. Erkrankte Weiße Rüben nehmen nicht ihre natürliche, breite, kugelige oder abgeplattete Form an; sie werden schmal und lang, fast wie Mohrrüben. An den Kopf- und Blattkohlarten fallen die Blätter eins nach dem andern ab.

Die Narben der abgefallenen Blätter erscheinen am nackten Stammteil als schwarzpunktierte Stellen.

Die Ansteckung der Pflanzen geschieht an den oberirdischen Organen, meistenteils an den Blättern, selten durch die Wurzeln,

Fig. 8. Braunbakteriose des Weißkohls. a. Kohlblatt mit an drei Stellen vom Rande aus durch Bakterien befallenen Feldern. — b Querschnitt eines kranken Blattstiels mit schwarzen Gefäßbündeln. — c. Stück eines kranken Kohlstammes mit schwarzpunktierten Narben. (Nach Erw. Smith.)

es sei denn in sehr jungen Stadien derselben. Die oberirdische Ansteckung kann durch blattfressende Insekten, Blattläuse, Schnecken usw. vorsichgehen. Vor allem geschieht sie durch die sog. Wasserporen im Blattrande. Durch diese Poren wird der von den Wurzeln aufgenommene Wasserüberschuß ausgeschwitzt. Ist die umgebende Luft warm, so dampft das Wasser ab. Nach

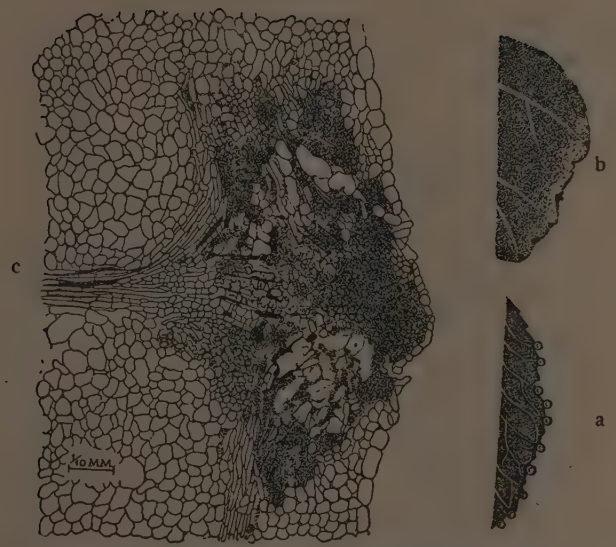



Fig. 9. Braunbakteriose des Kohls. a. Randstück eines Blattes mit Wassertropfen an den Wasserporen. — b. Frühes Stadium von Bakterien-Infektion durch Wasserporen. — c. Durchschnitt des Blattes an einer Stelle, wo Bakterien-Infektion durch eine Wasserpore stattgefunden hat. (Nach Erw. Smith.)

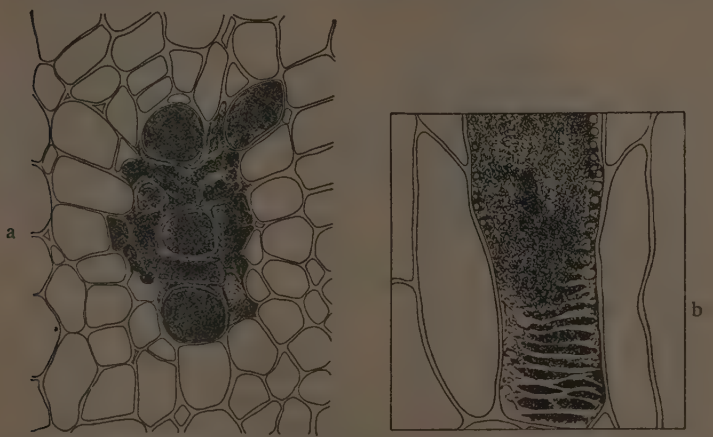



Fig. 10. Braunbakteriose des Kohls. a. Querschnitt der Wurzel einer Weißen Rübe mit entstehender Bakterien-Höhle. — b. Wurzelgefäß im Begriff durch die Bakterien aufgelöst zu werden. (Nach Erw. Smith.)

kühlen Nächten sammelt es sich aber in Tropfen, die stundenlang nach Sonnenaufgang liegen bleiben können. Durch zahlreiche Versuche ist sicher konstatiert, daß diese Tropfen als Eintrittspforten für die Bakterien dienen. Bei Abdampfen dieser Tropfen kommen die an der Oberfläche haftenden, aus der Umgebung der Pflanze in der einen oder anderen Weise dahin geführten Bakterien in die Atemhöhle unter der Pore hinein, wo sie sich massenhaft vermehren. Von einer Pore zu der andern kann sich der Infektionsstoff durch die Kapillärattraktion ausbreiten. Von der Atemhöhle aus wandern die Bakterien ins Innere des Blattes, wesentlich durch die Gefäße, die dadurch schwarz gefärbt werden. Feuchtes, warmes Wetter, etwa 20° C, begünstigt die Infektion in hohem Grade. Man hat an einer einzigen Kohlpflanze mehr als 400 getrennte Wasserporen-Infektionen zählen können. Das Resultat der Infektion zeigt sich nach 10—20 Tagen als schwarze Nerven auf der vergilbenden Blattspreite. Unter günstigen Witterungsverhältnissen verbreitet sich der Bakterienfluß 1 cm oder mehr pro Tag sowohl nach unten in Blattstiel, Stamm und Wurzel, wie auch nach oben in noch gesunde Organteile. Bei kaltem Wetter kann es 6—8 Wochen dauern, ehe die Wurzelfäule voll entwickelt ist.

Die Bakterien sind anfangs in den Gefäßen lokalisiert. Sie besitzen aber die Fähigkeit, die Gefäßwände mit ihren Verdickungen, sowie auch die Parenchymzellwände aufzulösen, und sie verursachen dadurch mit der Zeit kleinere oder größere Hohlräume.

An den Weißen Rüben tritt die fertige Fäule in etwas verschiedenen Formen auf. Bald werden längslaufende, dunkle Stränge im Innern der Wurzel, bald dunkelfarbige, radiale Strahlen (die durch die Bakterien schwarz gefärbten Gefäßbündelreihen) gebildet, während in beiden Fällen die Oberfläche der Rüben verhältnismäßig unverändert erscheint, bald findet man zahlreiche, erbsengroße, warzenähnliche Auswüchse an beiden an der Oberfläche der Wurzel befindlichen, längslaufenden Vertiefungen entlang („Warzenbakteriose"). Bei der Kohlrübe wird oft die Krankheit von außen als eine tiefe, im Kreuz geschnittene Furche, die nach einer inneren Höhle führt, sichtbar. Bei Kohlrabi wird das Innere des Kopfes von einem vollständigen Netzwerk geschwärzter Fadenschlingen (Gefäße) durchzogen.

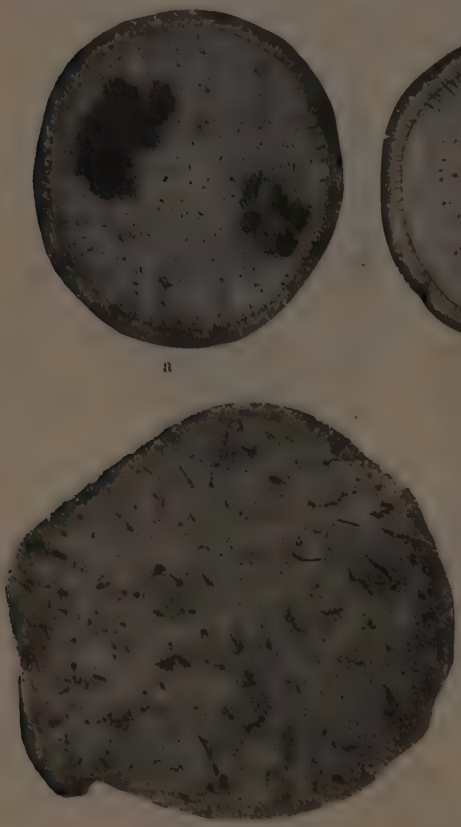
Bisweilen tritt bei Kohlrüben die Bakteriose mit einer Fusariose *(Fusarium Brassicae* (Thüm.) Sacc.) zusammen auf. Hierbei zeigen oft die kranken Rüben schon in ihrem Äußeren

Fig. 11. Braunbakteriose der Weißen Rübe. a. Gewöhnliche Bakteriose; die Rübe längs durchschnitten, mit zwei längslaufenden kranken Strängen. — b. Warzenbakteriose. (Orig.)

einen auffallenden Unterschied gegenüber den normalen, gesunden. Die durch den kombinierten Pilzangriff befallenen Wur-

zeln zeichnen sich durch eine unregelmäßigere, knotige Form und eine dunkelfarbigere, rauhe Schale aus (Eriksson, 1915).

An der für den Winter gelagerten Ernte von Kohlgewächsen setzen die Bakterien ihr Zerstörungswerk fort, besonders wenn die Keller und Mieten, wo sie aufbewahrt werden, warm und feucht sind. Sogar die besten Kohlköpfe und Wurzelstöcke werden dann öfters angegriffen, so daß das ganze Innere derselben in eine breiartige, übelriechende Masse verwandelt wird.



a b c

Fig. 12. Braunbakteriose der Weißen Rübe und des Kohlrabis. a. Quergeschnittene Rübe mit längslaufenden kranken Strängen. — b. Quergeschnittene Rübe mit radialen kranken Strahlen. — c. Kohlrabi mit einem Netzwerke von kranken Strängen. (a. u. b. Orig., c. nach Erw. Smith.)

Samen, die aus kranken Pflanzen geerntet worden sind, liefern kranke Pflanzen (Harding u. Stewart, 1904; Clinton, 1912; Walker, 1922, 1924). Dadurch wird die schnelle Verbreitung dieser Krankheit im Laufe der

zehn letzten Jahre fast überall in der alten wie in der neuen Welt verständlich. Den Zerstörungseffekt hat man in mehreren Fällen in Nordamerika auf 40—50 %, ja bisweilen auf 90%, der Ernte geschätzt.

Die Braunbakteriose der Kohlgewächse wurde zum erstenmal in Nordamerika (Kentucky) im Jahre 1890 beschrieben. Heute soll sie dort, gewöhnlich „Brown Rot" oder „Black Rot" genannt, sehr verbreitet sein. In den meisten europäischen Staaten ist sie im letzten Jahrzehnt mehr oder weniger zerstörend aufgetreten.

*Schutzmaßregeln:* 1. Samen aus angesteckten Feldern unter keinen Umständen zur Aussaat verwenden. — 2. In Anzuchtkästen gezogene Sämlinge vor dem Auspflanzen ins Freie sehr genau durchmustern; falls dabei kranke Individuen entdeckt werden, das ganze Sämlingsbeet vernichten. — 3. Auf schon erkranktem Boden Kohlgewächse in den nächsten 2—3 Jahren nicht bauen. — 4. In den Anzuchtkästen sowie auf dem Felde Stallmist vermeiden, namentlich wenn kranke Wurzeln gefüttert worden sind, und in zweifelhaften Fällen künstliche Düngemittel vorziehen. — 5. In jungem Krankheitsstadium, wenn die Krankheit noch auf den infizierten Blattrand beschränkt ist und den Stammteil nicht erreicht hat, regelmäßig jeden zehnten Tag das Kohlfeld durchmustern und alle dabei entdeckten angesteckten Blätter entfernen und unschädlich machen oder, wenn die Krankheit weiter fortgeschritten ist, alle Pflanzen in gleicher Weise zerstören. — 6. Kranke Pflanzenteile nicht auf dem Felde liegen und überwintern lassen. — 7. Die Ernte während des Winters kühl (einige Grade über Null), trocken und luftig aufbewahren.

Außerdem sind folgende Bakterioseformen an Kohlgewächsen beobachtet worden: **Weißbakteriose der Kohlrübe** („White-Rot of Turnip"), zuerst in England 1900 gefunden, später auch in anderen Ländern (z. B. Dänemark) beobachtet. Die äußeren, später auch die inneren Blätter vergilben und fallen zu Boden. Die Krankheit verbreitet sich schnell; sie vollendet ihre Zerstörung in 14 Tagen. Die kranken Wurzelteile werden hell weißlich oder grauweiß, niemals braun oder schwarz, die Wurzeln zuletzt ganz verfault und übelriechend. Der Befall ist bei verschiedenen

Turnipsvarietäten verschieden, z. B. in Dänemark bei „Grey Stone" am schwersten (bis 23 %), bei „Yellow Tankard", „Finsk Turnips", „Norsk Turnips" usw. weniger. Der Krankheitserreger: *Pseudomonas destructans* Pott. Die Krankheit kann auch auf andere Wurzelgewächse, z. B. auf die Mohrrübe, übergehen (Potter, 1900). — **Bakteriose an Weißkohl,** in Westfalen 1902 beobachtet und von *Pseudomonas sp.* hervorgerufen. Die Krankheit beginnt an jüngeren Stengelteilen und an der Mittelrippe der Blätter. Die kranken Teile zerfallen zu einer übelriechenden breiartigen Masse. Oft werden sämtliche Pflanzen eines Feldes zerstört (Spieckermann, 1902). — Zwei **Bakteriosen an Blumenkohl** und anderen Kohlgewächsen. Die eine, aus Kanada seit 1901 bekannt und durch *Bacillus oleraceae* Harr. hervorgerufen, hat zur Folge, daß die Pflanzen zu einer weichen Masse vollständig verfaulen (Harrison, 1904). Die andere, zuerst in Frankreich 1905 beobachtet und von *B. brassicaevorus* Delacr. verursacht, zerstört die Endknospe und bewirkt blasse Flecken auf den Blättern oberseits (Delacroix, 1905).

Fig. 13a. Kronengalle an Rübe. (Nach Erw. Smith.)

**Kronengalle an Runkelrübe,** auch „Crown Gall", „Wurzelhals-Tumoren" oder „Rübenkropf" genannt, trifft man hier und da auf einzelnen Pflanzen. Die Gallen bilden am Wurzelhalse große, schwulstähnliche Wucherungen wechselnder Form. Sie können die Größe einer mittelgroßen Kartoffelknolle erreichen. Ihre Oberfläche ist glatt und ihre Farbe dieselbe wie die der Wurzel selbst. Sie gehen bald und leicht in Fäulnis über.

Die Gallenbildung entsteht durch die Einwanderung einer Bakterie, *Pseudomonas tumefaciens* Erw. Sm. u. Towns., welche die Eigenschaft hat, übermäßige Zellteilungen in der befallenen Wurzelpartie zu bewirken. Dieselbe Bakterie, vielleicht von mehreren biologisch verschiedenen Kulturrassen repräsentiert,

kann auch an den Wurzeln oder niedrigeren Stammteilen zahlreicher anderer Pflanzenarten, wie Arten der Gattungen *Chrysanthemum, Rosa, Medicago, Salix, Pyrus* usw., ähnliche Schwülste hervorbringen. Von 34 Nährpflanzenspezies aus 14 Familien ist die Bakterie isoliert worden. Die Rolle der Gallenbildung als Rübenbeschädiger ist in der Regel unbedeutend (Townsend, 1915; Erw. Smith, 1916, 1917).

Eine ähnliche Rübengallenbildung ist unter dem Namen von **Tuberkulosis** beschrieben, die eine rauhe, rissige, dunkle Gallenoberfläche zeigt und durch innen braun verfärbte, wasserreiche Gewebepartien gekennzeichnet ist. Sie ist durch *Bacterium beticolum* Erw. Sm. hervorgerufen.

Bei gewissen Menschen- und Tierkrankheiten (z. B. „Meningitis cerebrospinalis") hat man Bakterien feststellen können, die in ihren morphologischen, kulturellen und serologischen Eigenschaften völlige Übereinstimmung mit den aus pflanzlichen Gallenschwulsten gewonnenen *Pseudomonas tubefaciens* ergaben, und man hat künstliche Inokulationsversuche angestellt, um zu erforschen, ob die aus Pflanzentumoren und die aus Tiertumoren isolierten Bakterienstämme sich auch in ihrem Verhalten gegen Pflanzen und Tiere gleich zeigen. Nach mehrjährigen, in verschiedener Weise variierten Versuchen gelang es zuletzt, mit menschenpathogenen Bakterienstämmen an Pflanzen (z. B. *Pelargonium)* typische und raschwüchsige Tumoren hervorzurufen. Es zeigte sich also, daß *Ps. tumefaciens* sowohl tier- wie pflanzenpathogen ist. Bei Pflanzen dürfte das Vorhandensein einer frischen Wunde an der Oberfläche eine wesentliche Vorbedingung einer erfolgreichen Infektion sein, und bei den Menschen findet eine solche wahrscheinlich auf dem Wege der Nahrungsaufnahme statt. Es ist keinesweges undenkbar, daß rauhe oder unvollständig ausgekochte Pflanzenteile, die von Krebsschwülsten angegriffen worden sind, in tierischem Körper Neubildungen krebsartiger Natur hervorrufen können (Friedemann u. Magnus, 1915).

*Schutzmaßregeln:* 1. Die zuerst angegriffenen Pflanzen entfernen und vernichten. — 2. Kranke Pflanzenreste nicht auf dem Felde liegen und dort überwintern lassen. — 3. Dafür sorgen, daß Erde aus dem kranken Felde mit Wagen, Gerätschaften, Zugtieren u. dgl. auf ein Feld, das in einem künftigen Jahre mit Rüben bestellt werden soll, nicht übertragen wird. — 4. Reste von Rüben nicht in die Düngerstätte kommen lassen. — 5. Samen von Rüben, die in krankem Boden gewachsen sind, nicht zur Saat verwenden. — 6. Auf Boden, der kranke Rüben hervorgebracht, wenigstens in den drei nächsten Jahren keine Rüben mehr bauen.

## c) Bakteriosen der Runkelrüben.

### Schleimbakteriose.

*Bacillus Betae* Mig.

Kramer, E., Die Bakteriosis der Runkelrübe. Öst. landw. Zentr.-Bl., 1891, S. 30 usw.
Busse, W., Bakteriologische Studien über die Gummosis der Zuckerrüben. Zeitschr. Pfl.-Krankh., 1897, S. 65—76.
Sorauer, P., Feldversuche mit Rüben, welche an der Bakteriosen Gummosis leiden. Ibid., S. 77—80.

Das erste Zeichen dieser Krankheit, die auch „Bakteriose Gummosis" benannt worden ist, ist ein Gelbwerden und ein Abwelken der erwachsenen Blätter. Das Schwanzende der Wurzel ist schwärzlich, verwelkt und verschrumpft. Die Gefäßbündel der Wurzel zeigen eine rotbraune, später schwarzbraune Verfärbung. Ein Längsschnitt weist dunkle, der Länge nach verlaufende Streifen auf, ein Querschnitt dunkle Ringe. Beim Durchschneiden ergießt sich aus den gebräunten Stellen ein dicker, gummiartiger Saft. Zuletzt scheint der ganze Rübenkörper braun und das Parenchym derselben wie verschwunden. Nur die Gefäßbündel sind als schwarze Fäden übrig.

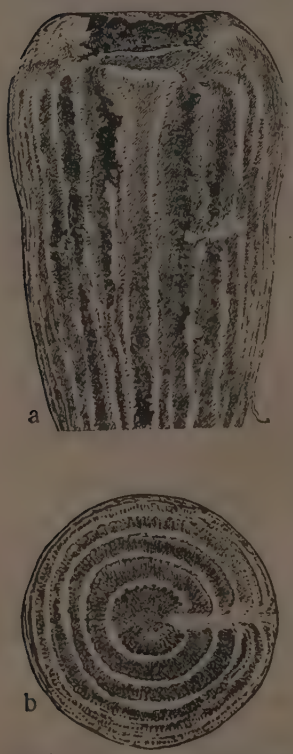



Fig. 13 b. Schleimbakteriose der Zuckerrübe. a. Längsschnitt. — b. Querschnitt. (Nach P. Sorauer.)

Aus kranken Rüben verschiedener Herkunft hat man drei verschiedene Bakterienformen (*Bacillus* $\alpha$ = *B. laceransMig.*; *Bacillus* $\beta$ = *B. Bussei* Mig. und *Bacillus* $\gamma$) isoliert und mit der einen Form ($\beta$) erfolgreiche Infektionsversuche im Freien ausgeführt.

Diese Krankheit ist in verschiedenen Ländern von Europa, besonders in Rußland, Österreich, Deutschland,

Belgien und Dänemark, wahrgenommen worden. Sie hat an mehreren Stellen beträchtlichen Schaden angerichtet.

Analoge Bakteriosen auf Zuckerrüben sind aus verschiedenen Teilen von Nordamerika beschrieben worden, davon eine Form aus Indiana (Arthur u. Golden, 1892; Cunningham, 1899) und eine andere aus Nebraska, Arizona und Kolorado (Hedgcock u. Metcalf, 1902).

In Frankreich hat man an den in Silos aufbewahrten Zuckerrüben im Winter eine **Gummikrankheit** („Dégénérescence Gommeuse") wahrgenommen, die man einem dem *Bacterium Mori* Boy. u. Lamb. nahestehenden Spaltpilz als Erreger zuschreiben will. Es treten zuerst glasige Flecken an den Wurzeln auf, dann bilden sich konzentrische Hohlräume, endlich werden die Wurzeln fast schwammig. Der aus Schnittflächen austretende Gummi besitzt keinen schlechten Geruch (Arnaud, 1915).

**Warzenbakteriose,** von *Bacterium scabiegenum* Fab. hervorgerufen, erscheint an der Oberfläche der Runkelrüben als kleine, kreisförmige, schwarze Warzen, nicht selten mit einer kraterförmigen Vertiefung in der Mitte der Warze. An Zuckerrüben fließen die Warzen in querlaufenden Geschwülsten zusammen. Auf Futterrüben kommen die Warzen meist an der niederen Hälfte der Wurzel vor. Nur selten dringt die Krankheit in das Fleisch hinein. In vielen Fällen heilen die Wundflecken aus, und die Warzen werden losgelöst. Vollständige Fäulnis ist nicht beobachtet worden. Die Krankheit ist in Nord- und Mitteldeutschland sowie in Nordamerika beobachtet worden (von Faber, 1907.)

Fig. 14. Warzenbakteriose der Zuckerrübe. (Nach F. C. v. Faber.)

**Kalifornische Bakteriose,** auch „Rübenpest" und „Rübenmeltau" benannt, ist seit 1899 in Kalifornien beobachtet worden. Die befallenen Rüben bleiben in ihrem Wachstum stark

zurück, sind stets viel kleiner als die gesunden. Die Blätter bleiben klein, werden gelbbraun bis schwarz, oft stark gekräuselt, die Wurzeln bisweilen zwergartig, von der Größe eines Radieschens, mit senkrechten Streifen, zahlreichen, sehr kleinen Faserwurzeln, die oft den ganzen Rübenkörper filzartig bedecken. Das innere der Wurzel zeigt dunkle, konzentrische Ringe. Aus den Gefäßbündeln fließt ein dunkelgefärbter, in der Luft schwarz wie Tinte werdender Saft von intensiv bitterem Geschmack aus. In manchen Fällen hat diese Krankheit 50—100 % der Ernte vernichtet. Die Krankheit ist von *Bacillus sp.* hervorgerufen (Linhart, 1901).

**Gelbsucht der Rübenblätter** („Jaunisse bactérienne de la Betterave") tritt zuerst an den äußeren, nachher auch an den inneren Rosettenblättern der Zucker- sowie der Futterrübe auf. Die Blattspreite zeigt abwechselnd hellgelbe und dunkelgrüne Partien und bekommt dadurch ein mosaikartiges Aussehen, was am schärfsten hervortritt, wenn man die Blattspreite gegen das Tageslicht hält. Von der Spreite verbreitet sich die Krankheit in den Blattstiel hinunter, der zuerst oben, dann in seiner ganzen Länge glasig durchscheinend wird. Bei Berührung fühlt sich der Stiel stark schleimig an. Bald ist das ganze Blatt abgestorben und die Spreite fällt zu einer schwarzen, schleimigen Masse zusammen. Bei Rübenpflanzen, welche Blütenstände tragen, zeigen sich dieselben Krankheitserscheinungen an diesen Organen. Bei schweren Angriffen stellt auch die Wurzel ihr Wachstum ein.

Die Krankheit wurde zuerst in Nordfrankreich im Jahre 1896 beobachtet. In Deutschland ist sie seit 1908 in vereinzelten Fällen (Posen), in Dänemark und Schweden seit 1909 stellenweise angetroffen worden. In den beiden letzteren Ländern ist sie an verschiedenen Orten sehr bösartig und zerstörend in Rübensamenkulturen aufgetreten. In Frankreich hat man gefunden, daß der Krankheitserreger *Bacillus tabificans* Delacr., der auch an den Samenknäulen vorkommt, seine Vitalität nach drei Jahren verliert und daß erkrankte Rübensamen, die erst im vierten Jahre nach der Ernte zur Aussaat verwendet werden, gesunde Pflanzen

liefern (Prillieux u. Delacroix, 1898; Delacroix, 1908; Eriksson, 1912).

Mit dieser Krankheit, in bezug auf Fleckigkeit der Blattspreite übereinstimmend, aber sonst in verschiedener Hinsicht abweichend, ist eine besonders in Dänemark wahrgenommene, als **„Mosaikkrankheit der Runkelrüben"** bezeichnete Erkrankung. Diese unterscheidet sich von der echten Gelbsucht schon äußerlich dadurch, daß die Blattspreite nicht verwelkt und nicht niederfällt und daß der Blattstiel weder glasartig durchscheinend noch schleimig wird. Eine Ansteckung der neuen Saat findet durch kranke Samenknäuel oder kranke Erde nicht statt. Man hat auch keine Bakterie als Krankheitserreger konstatieren können, sondern das „Contagium" scheint in der Zelle selbst vorhanden zu sein. Der

a. b.

Fig. 15. Gelbsucht der Zuckerrübe. a. Jüngeres Stadium mit mosaikartig gezeichneter Blattspreite. — b. Aelteres Stadium mit verwelkter Blattspreite und glasartig durchsichtigem Blattstiel. (Orig.)

a b

Fig. 16. Keimlingsbakteriose der Rübe. a. Samenknaul mit kranken Keimlingen. b. Kranke Keimpflanze. (Nach G. Linhart.)

Krankheitsstoff lebt mit und in den Samenstöcken fort und überträgt sich — wahrscheinlich durch Insekten — von deren erkrankten Blättern

auf nahewachsende, junge Rübenpflanzen. Zum ersten Male 1899 in Sjaelland beobachtet, wird diese Krankheit seit 1903 oft in der dänischen Literatur besprochen (Lind, 1915). Sie ist auch seit 1910 in Südschweden und zuletzt, wie es scheint, in Mähren (Fallada, 1913) und in Nordfrankreich (Miège, 1915) wahrgenommen worden.

**Keimlingsbakteriose,** *Bacillus mycoides* Linh. befällt die zarten Keime von Runkelrüben bei deren Hervortreten aus den Knäulen und wirkt auf sie mehr oder weniger zerstörend, in schweren Fällen tötend ein. Diese Krankheit ist speziell in Ungarn gefunden und besprochen worden (Linhart, 1900).

## d) Bakteriosen der Getreide- und Grasarten.

**Rotkörnigkeit des Getreides** tritt an Gerste, vereinzelt auch an Weizen und Roggen, auf. Die Krankheit zeigt sich in der Weise, daß die Halme an der Basis, an den Knoten und an den oberen Halmgliedern braune bis schwarzbraune Flecken zeigen. Die oberen Blätter werden vorzeitig gelb und sterben ab. Die Ähren werden oft stark schartig. Die Körner sind unvollkommen entwickelt, durch Abspringen der Spelzen nackt oder mit einem klaffenden Spalte über dem Rücken oder an den Seiten versehen. Das freigelegte Innere des Kornes ist rotbraun bis ziegelrot gefärbt. Die rötliche Farbe hat ihren Sitz in der Kleberschicht. Auch der Embryo ist oft sehr intensiv rot. Die Krankheit tritt besonders in trockenen Jahren auf, wird durch das Saatgut weiter übertragen und kann bei feuchter Lagerung von erkrankten Körnern auf gesunde übergehen. Diese Krankheit wurde zuerst in Frankreich 1878 auf Weizen beobachtet und dem *Micrococcus Tritici* Prill. zugeschrieben. Sie wurde später auch in anderen Ländern, wie in Dänemark auf Weizen, in Schweden 1908 auf Gerste und in Deutschland 1915—1919 vorwiegend auf Gerste wahrgenommen (Prillieux, 1879; Gentner, 1920).

In verschiedenen Gegenden von Nordamerika, besonders im mittleren Westen, hat man seit 1917 eine andere Bakteriose auf Weizen beobachtet, die als die **Schwarzspelzigkeit** („Black Chaff of Wheat") bezeichnet werden kann. An den Spelzen der Weizenähren erscheinen gleichlaufende, schwarze, eingesunkene Streifen. Schließlich werden auch Spindel und

Halm braun oder schwarz. An den Blättern findet man oft gelbe oder durchscheinende Streifen. In schweren Fällen verschrumpfen die Körner und zeigen im Inneren kleine, mit Bakterien gefüllte Höhlungen. Als Krankheitserreger wird teils *Bacterium translucens* var. *undulosum*, Erw. Sm., (Jones, Johnson u. Reddy, 1916; Reddy, 1924), teils *Bacterium atrofaciens* Cull. angegeben (Erw. Smith, 1917; Mc Culloch, 1920).

**Pseudomonas Stewarti** Erw. Sm., „Bacterial Wilt" des Maises, ist seit dem Jahre 1897 aus Nordamerika bekannt. Die Erkrankung beginnt gegen die Blütezeit und ergreift zuerst die Blätter. Die Pflanzen welken und vertrocknen. Auf Querschnitten durch den Stengel bemerkt man, daß ein gelber, zäher Schleim aus den Gefäßbündeln herausfließt. Wahrscheinlich geschieht die Verbreitung der Krankheit durch infizierte Samen (Stewart, 1897; Erw. Smith, 1903).

Etwa gleichzeitig wurde in Nordamerika noch eine andere Maisbakteriose, „Corn-Blight" genannt und durch **Bacillus Zeae** Burr hervorgerufen, beobachtet und beschrieben. Diese erscheint in der Weise, daß die Maispflanzen an vereinzelten Flecken der Felder zu wachsen aufhören und gelb werden. Zuerst vergilben die untersten Blätter. An den Blattscheiden und am Stengel treten braune Flecken auf, desgleichen auch an den Wurzeln, die eine schleimige Masse enthalten und binnen kurzem absterben. Durch den Genuß der erkrankten Masse soll beim Rindvieh eine Krankheit hervorgerufen werden. Die Krankheit des Viehs wird „Corn-Stalk-disease" genannt. (Burril, 1898).

**Bacillus Sorghi** Burr. ruft auf der Zuckerhirse eine Bakteriose, „Sorghum-Blight" benannt, hervor. Erst zeigen sich gelbe, dann rote Flecken an den Blättern, sowie in den Infloreszensen. Die Flecken können fast den ganzen Stengel bedecken. Diese Krankheit wurde in Holland, Italien und Nordamerika wahrgenommen (Burril, 1889; Bruyning, 1898; Radais, 1899).

Außerdem hat man Bakteriosen an mehreren Futtergräsern angetroffen, wie **Aplanobacter Rathyi** Erw. Sm. auf *Dactylis glomerata*, (J. Lind., 1917), **Bacterium moniliformans** Guffr. in den aufgeblasenen Knoten der Rhizome von *Arrhenatrereum elatius* usw.

## e) Bakteriosen der Möhre u. a.

Unter den übrigen auf Landbaupflanzen vorkommenden Bakteriosen seien hier folgende erwähnt: **Bacillus carotovorus** Jon. auf Mohrrüben. Die Möhren werden im Winterlager von Naß-

fäule angegriffen. Diese beginnt gewöhnlich bei der Krone und schreitet schnell durch das Innere nach unten fort. Der erkrankte Teil wird sehr weich und bräunt sich. Sie befällt auch andere Wurzelgewächse, wie Rüben, Pastinaken, Rettiche u. a. (Jones, 1901, 1909). — **Bacillus elegans** Heg. tritt auf Lupinen auf. Die jungen Pflanzen bekommen zuerst gelbe, dann braune Flecken auf den Blättern und vertrocknen bald (Hegyi, 1899). — **Bacillus cubonianus** Macch. an Hanf. Am Stengel treten zahlreiche, schmale, weißgraue Flecken auf, die eine Länge von mehr als 10 cm erreichen können. An den Blättern zeigen sich schwarze Flecken, die später das Blattgewebe zerfressen. Es scheint dieselbe Bakterie zu sein, welche eine Bakteriose der Maulbeere in Frankreich und Italien hervorruft.

## f) Bakteriosen des Tabaks.

Es gibt deren mehrere Arten. Eine davon, **Weißer Rost,** („Rouille blanche") benannt, erzeugt an den Blättern kleine, unregelmäßig gestaltete, anfangs blaßgrüne, zuletzt weiße und vertrocknende Flecken. Die Flecken werden durch eine Korkschicht abgegrenzt, und die im kranken Gewebe befindlichen Bakterien vertrocknen mit der Fleckensubstanz. Die Krankheit wird durch *Bacillus maculicola* Delacr. hervorgerufen (Delacroix, 1905). — Eine andere, als **Anthraknose** („Noir", „Charbon" oder „Pourriture") bezeichnete Krankheit bildet an den Stengelgliedern und an der Hauptrippe der Blätter langgezogene, vertiefte, dunkle Flecken und kann die Pflanzen zum Absterben bringen. Diese Krankheit, die in Frankreich sehr verbreitet ist, wird durch *Bacillus aeruginosus* Delacr. und *B. tabacivorus* Delacr. hervorgerufen (Delacroix, 1906).

Aus Nordamerika wird in neuester Zeit von mehreren neuen Tabakbakteriosen berichtet. **Wildfire** („Rotlauf des Tabaks") ruft in den Anzuchtkästen sowie auf den Feldern an den Blättern gelbe, runde Flecken von der Größe einer Fingerspitze hervor, in deren Mitte eine kleine, tote, weiße bis weißbraune Stelle zu sehen ist, die allmählich so um sich greift, daß die gelbe Partie nur noch einen Lichthof („Halo") um sie bildet. Bei reichlichem Fleckenbefall wird ein wesentlicher Teil des Blattgewebes getötet. Diese Bakteriose, die zuerst in North Carolina im Jahre 1917 entdeckt wurde, ist jetzt aus vielen (wenigstens 40)

Unionstaaten als sehr zerstörend bekannt. Sie wird durch *Bacterium tabaficum* Wolf u. Forst. hervorgerufen (Clinton, 1922; Johnson u. Fracker, 1922; Thomas, 1924). — Mit dieser Krankheit sehr nahe verwandt sind: **Black fire,** durch *Bacterium angulatum* From (Fromme u. Wingard) und **Yellow-rust,** („Schwarzbrand des Tabaks") durch *Bacterium melleum* Johns. hervorgerufen (Johnson, 1923).

---

## 2. **Myxomycetes.** — Schleimpilze.

Die Schleimpilze bilden eine völlig isolierte Gruppe des Pflanzenreiches, die einen deutlichen Anschluß an das Tierreich (Protozoen) zeigt. Diese Pilze bestehen nicht aus eigentlichen Zellen oder Hyphen, sondern aus einem nackten Schleimkörper, einem Plasmodium, das einer bestimmten Form entbehrt. Die Plasmodien, die sich kriechend auf der Unterlage bewegen, bestehen aus zähem, schleimigen Plasma verschiedener Färbung. Bald sind sie farblos und deshalb wenig in die Augen fallend, bald zeigen sie eine gelbe, rote, schwarzblaue oder violette Farbe. Bei der Reife wird das Plasmodium in eine große Anzahl kugeliger Sporen, die sich entweder in Sporangien ausbilden („Endosporen") oder oberflächlich entstehen („Exosporen"), umgewandelt. Wenn eine Spore keimt, entsteht ein Schwärmer, eine Myxamöbe, die ihre Gestalt fortwährend ändern und dabei kriechende Bewegungen ausführen kann. Die Schleimkörper nehmen aus der Unterlage, der lebenden oder der toten, worauf sie wachsen, Nahrung auf, und mehrere solcher Körper verschmelzen oft zu einer großen Schleimmasse.

Die meisten Schleimpilze leben auf toter Unterlage, z. B. auf faulen Stubben, verwelktem Laub, totem Holz, und verbreiten sich dann nicht selten von diesen Gegenständen auf lebende Pflanzen oder Pflanzenteile in der Umgebung. Mitunter können sie dabei für diese schädlich werden, indem sie den Zutritt von Licht und Luft verhindern. Die saprophytisch lebenden Formen besitzen gewöhnlich ein Sporenhaus mit einer aus erstarrtem Schleim gebildeten Wand und einem inneren aus Fäden zusammengesetzten, dichten Netzwerk.

Eine geringe Anzahl der Schleimpilze tritt als Parasiten an lebenden Pflanzen auf. Diesen fehlt eine gemeinsame Hülle um die Sporen. Letztere liegen in den Zellen der Wirtspflanze eingeschlossen.

## Hernie der Kohlgewächse.

*Plasmodiophora Brassicae* Wor.

Woronin, M. Plasmodiophora Brassicae, Jahrb. Wiss. Bot., 1878, S. 548—574.
Nawaschin, S., Beobachtungen über den feineren Bau und die Umwandlungen von Plasmodiophora Brassicae Wor. im Laufe ihres interzellularen Lebens. Flora, 1899, S. 404—427.
Ravn, F. Kölpin, Kaalbroksvampen. Tidskr. Landbr. Planteave, 15 B., 1908, S. 527—620.
Kunkel, L. O., Tissue invasion by Plasmodiophora Brassicae. Journ. Agric. Res. 1918, S. 543—572.

a. b.

Fig. 17. Kohlhernie. a. Weiße Rübe. — b. Kohlrabi. (Orig.)

Auf den Kohl- und Rübenfeldern macht sich diese Krankheit im Sommer dadurch bemerkbar, daß einzelne Pflanzen ihr Wachstum einstellen und ein verkümmertes Aussehen annehmen. Unter-

sucht man die Wurzel einer solchen Pflanze, so findet man an derselben zahlreiche Auswüchse von sehr wechselnder Form und Größe. Die Wurzel erhält dadurch ein verunstaltetes Aussehen. Noch weit in den Sommer hinein bleiben die Anschwellungen weiß und hart. Erst im Herbst oder im Winter verfällt das Innere derselben zu einer dunklen, übelriechenden Masse.

Fig. 18. Kohlhernie. a. Durchschnitt einer kranken Wurzel. — b. Zellen aus Wurzelanschwellung mit Schleimkörperchen. — c. Zelle mit Sporen. — d. Sporen. — e. Keimende Sporen. — f. Schwärmer. (Nach M. Woronin.)

Wenn man mitten im Sommer eine Wurzelgeschwulst durchschneidet und das Innere derselben mikroskopisch untersucht, so sieht man, daß gewisse, gruppenweis geordnete Zellen größer sind als die umgebenden und einen farblosen, feinkörnigen Inhalt zeigen. Bei genügender Vergrößerung erkennt man den körnigen Inhalt als in der Zelle eingeschlossene Schleimkörper, Plasmodien. Diese Körper gehören dem Schleimpilz der Kohlhernie,

*Plasmodiophora Brassicae* an. Allmählich zerfällt das Plasmodium in zahlreiche kugelförmige Sporen, welche bei dem im Spätherbst stattfindenden Verfaulen der kranken Wurzeln in den umgebenden Boden frei heraustreten. Sie bleiben dort in unverändertem Zustande den Winter über liegen. Im nächsten Frühjahre sind sie keimfähig geworden. Der schleimige Inhalt kriecht dann aus der Spore heraus und bildet nun einen tierähnlich beweglichen, membranlosen Schwärmer, die Myxamöbe, die ihre Form immer wieder verändern kann.

Wenn eine solche Amöbe mit der Wurzel einer für die Krankheit empfänglichen Pflanzenart in Berührung kommt, so bohrt sie sich in das Hautgewebe derselben ein. Das Eindringen des Schleimkörpers hier, sowie die fortgesetzte Wanderung derselben im Innern der Wurzel von Zelle zu Zelle, scheint auf osmotischem Wege, also ohne eigentliche Lochbildung in den Wänden, vor sich zu gehen; nach dem Durchpassieren des Körpers ist wenigstens kein Loch in der Wand zu entdecken (Kunkel, 1918). Viele im Boden des kranken Ackers versteckten Sporen behalten indessen ihre Keimfähigkeit durch eine Reihe von Jahren. Infolgedessen behält auch erkrankte Erde erwiesenermaßen wenigstens drei, wahrscheinlich fünf Jahre lang, vielleicht noch länger, ihre ansteckende Fähigkeit.

Die Krankheit wird durch Geräte, sowie durch die Hufe der Zugtiere und das Schuhwerk der Menschen von kranken Feldern auf gesunde übertragen. Außerdem wird die Krankheit durch Düngen nach Fütterung mit kranken, ungekochten Wurzeln verbreitet, besonders wenn in der Krippe etwa zurückgebliebene Futterreste („Krippenabfall") dem Mist beigemischt und auf den Düngerhaufen hinausgeschleppt worden sind.

Die Krankheit tritt in verschiedenen Jahren und auf verschiedenartigen Böden in wesentlich ungleichem Grade verheerend auf. Durch feuchte Lage wird sie begünstigt. Kalkreicher Boden wirkt ihr kräftig entgegen. In gewissen Fällen dürfte die Krankheit durch das Saatgut verbreitet werden können. So erkrankten auf einem Gut in Wästergötland (Schweden) im Jahre 1903 nur diejenigen Rüben, die aus gekauftem Samen gezogen waren, während die Pflanzen alter Sorte, welche ringsum in vielfach größerer Zahl wuchsen, gesund blieben.

Die Krankheit befällt nicht nur die verschiedenen Gartenkohlarten *(Brassica oleracea)*, wie Kopfkohl, Blumenkohl, Rosenkohl, Kohlrabi usw., sondern auch andere kohlartige Gewächse, wie Kohlrübe *(Br. Napus)* und Weiße Rübe *(Br. Rapa)*. Außerdem ist die Krankheit an zahlreichen (mehr als 30) anderen zur Familie der Kreuzblütler (Cruciferae) gehörenden, sowohl kultivierten als wildwachsenden Arten beobachtet worden. Unter den kultivierten finden wir *Camelina sativa, Cheiranthus Cheiri, Hesperis matronalis, Mathiola incana, Raphanus rhaphanistrum, Sinapis alba* usw., unter den wildwachsenden *Capsella bursa pastoris, Cardamine pratensis, Erysimum cheiranthoides, Sinapis arvensis, Sisymbrium officinale, Thlaspi arvense* usw. In Dänemark hat man die Erfahrung gemacht, daß Turnips am schwersten auf Sandboden, Kohlrübe am seltensten auf Lehmboden leidet; man hat dort auch bei den Turnipsvaritäten eine verschiedene Widerstandsfähigkeit gegen die Krankheit gefunden, und zwar so, daß die „runden" Sorten (Dales Hybrid, Bullock u. a.) sich besser hielten als die „langen" (Yellow Tankard, Fynsk Bortfelder u. a.).

a. b.

Fig. 19. Kohlhernie. a. *Raphanus sativus.* — b. *Capsella bursa pastoris.* (Orig.)

Die Geschichte dieser Krankheit, die auch „Club-root", „Finger-and-toes", „Maladie digitoire" usw. benannt worden ist, kann weit zurück in die Zeit, wenigstens bis zum Jahre 1736, verfolgt werden, wo sie aus England erwähnt wird. Als Schädling von größerer, ökonomischer Bedeutung wird sie jedoch erst im Jahre 1820 besprochen. Nach dieser Zeit wird sie als bösartiger Zerstörer in vielen Ländern beschrieben.

*Schutzmaßregeln:* 1. Man entwässere gut den Boden, auf welchem man Kohlgewächse bauen will. — 2. Auf Boden, der herniekranke Pflanzen hervorgebracht hat, baue man wenigstens in den 4—6 folgenden Jahren, wenn vermeidbar, keine kohlartigen Gewächse, sondern andere Pflanzenarten, wie Kartoffeln, Erbsen, Klee, Getreide od. dgl., und man achte auch genau darauf, daß der Acker in dieser Zeit von Unkräutern aus den Cruciferengattungen, wie *Sinapis, Thlaspi, Capsella, Erysimum* u. a., von denen der Pilz sich im Notfalle ernähren kann, rein gehalten wird. — 3. Wenn man auf den kranken Boden schon in den nächsten Jahren Kohlgewächse wieder bauen will, so gebe man demselben ½—1½ Jahr vor der Saat oder dem Bepflanzen in reichlicher Menge fein verteilten Kalk (2500 kg gebrannten Kalk oder 5000 kg kohlensauren Kalk pro Hektar). — 4. Um die Verbreitung des Ansteckungsstoffes von kranker auf gesunde Erde zu vermeiden, sorge man dafür, daß die Geräte, ebenso wie die Füße der Zugtiere und die Schuhe der Arbeiter, nach der Bearbeitung kranker Erde gründlich gereinigt werden. — 5. Für Anzuchtkästen, in denen Sämlinge von Kohlgewächsen aufgezogen werden, verwende man keine Erde, die auch nur im geringsten verdächtig erscheint, mit dem Krankheitsstoff behaftet zu sein, und reinige sorgfältig, evtl. unter Benutzung von Karbolineum (1 Liter Obstbaum-Karbonileum auf 100 Liter Wasser), alle für dieselben zu verwendenden Rahmen u. dgl. Auch prüfe man vor dem Auspflanzen genau alle Sämlinge auf Anwesenheit von Anschwellungen an den Wurzeln. — 6. Man wähle für die Kultur solche Kulturrassen, die nach am Platze gewonnener Erfahrung

Fig. 20. Die Wurzel eines Bastardes zwischen *Brassica campestris* und *B. Napus*. (Nach Samsoe-Lund u. Kjaerskou.)

die beste Widerstandsfähigkeit gegen die Krankheit gezeigt haben. — 7. Wenn schwach angegriffene Wurzeln verfüttert werden sollen, so sehe man genau zu, daß weder abgetrennte Wurzelteile noch in den Krippen etwa zurückgebliebene Reste („Krippenabfall") von solchen dem Mist beigemischt und auf den Düngerhaufen hinausgeschleppt werden, und lasse tunlichst der Sicherheit halber die Wurzeln vor der Fütterung durchkochen. Auch verdächtigen Abfall von Garten, Keller und Küche halte man vom Düngerhaufen fern. — 8. Zieht man vor, überhaupt keine kranken Wurzeln zu benutzen, so verbrenne man sie oder werfe sie in ein größeres Gewässer (See od. dgl.) und bringe unter keinen Umständen eine kranke Wurzel auf den Dünger- oder Komposthaufen. — 9. Bei Anwendung artifizieller Düngemittel ziehe man Chilisalpeter dem schwefelsauren Ammoniak und Thomasphosphat dem Superphosphat vor.

Mit den von der Herniekrankheit befallenen Rübenpflanzen verwechsle man nicht die *Mißbildungen* nichtparasitärer Natur, welche man bisweilen hier und da an Rübenwurzeln angetroffen hat. Diese Mißbildungen treten am unteren Teile der Wurzel als zahlreiche, kleine, oft knospentragende Knöllchen von Senfkorn- bis Walnußgröße auf. Solche losgetrennte Knöllchen können sich weiter entwickeln und Samenbildung erreichen. Die aus den Samen emporwachsenden Pflanzen zeigen an ihren Wurzeln ähnliche Mißbildungen wie die Mutterpflanze. So mißgebildete Pflanzen werden teils spontan im Freien in Deutschland angetroffen (Caspary, 1873), teils werden sie durch artificielle Kreuzung zwischen *Brassica campestris* und *B. Napus* in Dänemark hervorgebracht (Samsoe-Lund u. Kierskou, 1879).

## Schwammschorf der Kartoffel.

*Spongospora subterranea* (Wall.) Johns.

Brunchorst, J., Über eine sehr verbreitete Krankheit der Kartoffelknollen. Bergens Mus. Aarsb., 1886, S. 217—226.

Johnson, T., Der Kartoffelschorf Spongospora Solani Brunch. Jahr. Ber. Ver. Ang. Bot., Jahrg. 4 (1906), 1907, S. 112—115.

Horne, A., On tumour and Canker in Potato. Journ. R. Hort. Soc., Vol. 37, R. 2, 1911, S. 362—389.

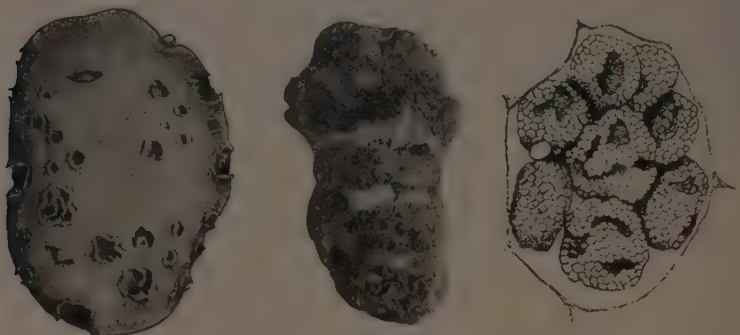
Güssow, H. T., Powdery Scab of Potatoes. Phytop., 3, 1913, S. 18—19.

Kunkel, L. O., A contribution to the life history of Spongospora subterranea. Journ. Agr. Res., 1915, S. 265—278.

Melhus, J. E., Rosenbaum, J. u. Schultz, E. S. Spongospora subterranea and Phoma tuberosa on the Irish Potatoes. Journ. Agr. Res., Vol. 6, 1916, S. 213—253.

Wollenweber, H. W., Der Kartoffelschorf. III. Der Schwammschorf. Arb. Forsch. Inst. Kart. Bau, 1920, S. 51—60.
Shapovalov, M., Relation of Potato Skinspot to Powdery Scab. Journ. Agr. Res., Vol. 23, 1923, S. 285—294.

Diese Krankheit, auch „Pulver"- oder „Korkschorf", englisch „Powdery"- oder „Corky-Scab", genannt, erscheint schon an haselnußgroßen Kartoffelknollen als glatte, rundliche von der normalen Kartoffelschale bedeckte Erhöhungen, meist nur in geringer Zahl verstreut. Ist der umgebende Boden verhältnismäßig trocken, so wird ein Heilen des Korkgewebes unmittelbar unter den kranken Flecken gebildet und die Krankheit hört auf.



a. b. c.

Fig. 21. Schwammschorf der Kartoffel. a. Eine leicht, b. eine schwer befallene, mißgestaltete Knolle. — c. Sporenballen führende Zelle innerhalb der Kartoffelschale. (a. nach T. Johnson; b. nach H. T. Güssow; c. nach T. B. G. Osborn.)

In sehr feuchter Lage dagegen findet keine solche Korkbildung statt, sondern die Warzen erweitern sich mit dem Wachstum der Knolle mehr und mehr, bis sie 3—4 cm Umfang erreichen. Nach innen verbreiten sich die kranken Flecken bis 2 cm tief. Aus den Warzen bilden sich allmählich kraterförmige Vertiefungen, die von einem aufgeworfenen Schalenrand begrenzt sind. Durch Zusammenschluß mehrerer Warzen entstehen größere Schorfflecken. Schwer befallene Knollen wachsen oft unregelmäßig knollig aus. Der Boden der Schorfwunde ist eine Zeit lang mit einem feinen, bräunlichen Pulver überdeckt. Dieses Pulver besteht aus Sammlungen von Dauersporen („Sporenbälle") des krankheiterregenden Pilzes. Jeder Sporenball ist von einer großen Anzahl eckiger Sporen zusammengesetzt, welche in

dicht gedrängten Reihen mit zwischenliegenden Hohlräumen angeordnet sind.

Die Weiterentwicklung des Pilzes findet in folgender Weise statt: Die einzelnen Sporen der Sporenballen machen sich, sobald sie vollreif und entwicklungsfähig sind, voneinander los und fangen ein eigenes Leben an. Jede Spore für sich bildet eine Myxamöbe, die meistenteils in Verbindung mit anderen Sporen der Kolonie ein Plasmodium erzeugt. Nach dem Freiwerden aus der umschließenden Zellmembrane wächst dieses Plasmodium, mit denselben anderer ballenführender Zellen gemeinsam, als ein interzellulares Plasmodium direkt unter

Fig. 22. Schwammschorf-Pilz der Kartoffel. a. Gruppe von Dauersporen, teilweise auseineinander gerissen und Myxamöben bildend. — b. Kartoffelzelle mit Plasmodium infiziert. — c. Plasmodium rings um den Zellkern mit zahlreichen Plasma-Nukleolen. (Nach L. O. Kunkel.)

der Kartoffelschale aus, bis dasselbe endlich durch feine Ausläufer (Pseudopodien) in die bis dahin pilzfreien Zellen eindringt. Von dieser Stunde an lebt der Pilzkörper ein intrazellulares Leben. Das Pilzplasma zeigt sich mit dem Protoplasma der Nährzelle in so intimer Symbiose verbunden, daß die beiden Plasmakörper in keiner Weise voneinander unterscheidbar sind, und in solcher Verschmelzung wandern sie, die Wände durchdringend, von Zelle zu Zelle fort.[1]) Die früheren Inhaltskörper der Nährzellen (Stärkekörner, Kerne usw.) werden allmählich vom Plasmodium verbraucht, während gleichzeitig in diesem zahlreiche Kernkörperchen („Nukleolen") gebildet werden,

[1]) Dieses innige Zusammenleben zwischen zwei Plasmakörpern erinnert stark an die unten näher beschriebene Plasmasymbiose, „Mykoplasma" genannt, bei gewissen Peronosporaceen (S. 66 unten) und Uredinacen (S. 115 unten).

die als Zentra für neue Generationen von Dauersporenballen zu betrachten sind.

Vorbedingungen für eine kräftige Entwicklung dieser Krankheit sind: a) alkalische Reaktion der Erde, b) kühles, luftfeuchtes, nebeliges Wetter nach anhaltenden Regengüssen während der Wachstumszeit, besonders wenn der Boden schlecht dräniert ist, und c) relativ hohe Temperatur der Erde während des Wachstums.

Die Krankheit kann unter dem Namen „Kartoffelräude" bis zum Jahre 1842 in Deutschland verfolgt werden (Pethybridge, 1913). In späterer Zeit, vom Jahre 1887 an, ist sie in Norwegen, Irland, Dänemark, Nordamerika usw. wahrgenommen worden.

*Schutzmaßregeln:* 1. Man verwende als Saatgut keine kranken Kartoffeln. — 2. Wenn schwach angegriffene Knollen oder solche, die anscheinend gesund auf angestecktem Boden geerntet worden sind, zur Saat benutzt werden müssen, so beize man die noch ungekeimten Kartoffeln vor der Saat mit Sublimat (1 : 1000 oder 1 : 1500) oder mit Formalin (30facher Verdünnung etwa 1½ Stunden lang). — 3. Man wähle für Kultur solche Kartoffelsorten, die nach in der Gegend gewonnener Erfahrung gute Widerstandsfähigkeit gegen die Krankheit gezeigt haben. Als widerstandsfähig haben sich an mehreren deutschen Plätzen die Sorten „Eldorado", „Dalkowskis Fargs" und „Senator", manchmal auch „Wohlthmann" erwiesen. — 4. Auf angestecktem Boden baue man wenigstens für drei, am liebsten für sechs bis sieben Jahre keine Kartoffeln. — 5. Da die Sporen des Pilzes den Darm von Schweinen passieren, ohne ihre Keimfähigkeit einzubüßen, so ist vor Verwendung von Dung zu warnen, der von Tieren stammt, welche mit ungekochten schorfigen Kartoffeln gefüttert worden sind.

Als indirekt schädlich sind auch folgende, wesentlich auf Grasweiden angetroffene Schleimpilze zu beachten: **Physarum cinereum** Pers., die in großer Ausdehnung im Jahre 1905 an einem Orte in Schweden (bei Jönköping) in vielen Grasparzellen auftrat. Die Halme waren von einer Schleimmasse überdeckt und nahmen bald eine grauweise, zuletzt ins Schwarze übergehende Farbe an. Das Ganze zeigte sich als schwarzer Staub mit grauweißen, geplatzten Hautresten. Die Entwicklung der Halme

wurde durch den Pilzangriff gehemmt (Wulff, 1906). — An derselben Stelle trat im Jahre 1906 ein anderer Schleimpilz, **Spumaria alba** Bull., nicht nur an Gräsern, sondern bisweilen

a. b. c.

Fig. 23. *Spumaria alba.* a. auf Gras. — b. auf *Lamium album.* — c. auf *Ulmus montana.* (Orig.)

auch an benachbarten anderen Pflanzenarten, wie *Lamium album* und *Ulmus montana,* auf und bildete an denselben ausgedehnte schneeweiße oder grauschwarze Schleimmassen (Wulff, 1908).

---

## 3. **Eumycetes.** — Fadenpilze.

Diese Pilze, die auch „Echte Pilze" (Fungi) genannt werden, besitzen ein von Pilzfäden (Hyphen) gebildetes Mycel. Die Gesamtheit der Hyphen bildet den vegetativen Teil des Pilzes,

den Thallus. Aus diesem entwickeln sich die fruktifikativen Teile, die Sporen.

## I. *Oomycetes.*

Mycel unseptiert. Geschlechtliche Befruchtung. Geschlechtszellen different.

### a) Chytridiaceae.

Die hierher gehörigen Pilzformen stehen unter den eigentlichen, in der Regel mit Mycel versehenen Pilzen am niedrigsten. Das Mycel ist wenigstens anfangs ohne Scheidewände, bisweilen fehlt es ganz. Jedes neue Pilzindividuum entsteht aus einer Spore, die von außen an einer Zelle der Wirtspflanze haftet und in das Innere der Zelle eindringt, um dort ihre ganze Entwicklung durchzumachen. Die meisten hierher zu zählenden Formen leben in Wasser und parasitieren auf Algen. Nur wenige sind Schmarotzer an höheren Pflanzen.

#### Krebs der Kartoffel.

*Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc.

Schilbersky, K., Ein neuer Schorfparasit der Kartoffelknollen. Ber. Deutsch. Bot. Ges., 1896, S. 36—37.

Johnson, T., Chrysophlyctis endobiotica Schilb. and other Chytridiaceae. Sci. Proc. R. Dubl. Soc., 12, Nr. 14, 1909, S. 131—144.

Percival, J., Potato „Wart" disease: the life history and cytology of Synchytrium endobioticum (Schilb.) Perciv. Zentr.-Bl. Bakt., Abt. 2, Bd. 25, 1909, S. 440—447.

Horne, A. S., On tumour and Canker in Potato. I. Chrysophlyctis endobiotica. Journ. R. Hort. Soc., Vol. 37, P. 2, 1911, S. 363—372.

Spieckermann, H., Wie kann die weitere Verbreitung des Kartoffelkrebses in Deutschland verhindert werden? Mitt. Landw. Ges., 38, 13, 1923, S. 175—178.

Weiss, F., Orton, C. R. u. Hartman, R. E., Investigations of Potato Wart. Un. St. Dep. Agr., Bull. 1156, 1923, S. 1—21.

Köhler, E., Über den derzeitigen Stand der Erforschung des Kartoffelkrebses. Arb. Biol. R.-Anst., Land- u. Forstw., Bd. II, 1923, S. 289—315.

Köhler, E., Untersuchungen über den Kartoffelkrebs. Ibid., Bd. 13 (Jub.-Bd.), 1925, S. 385—411.

Diese Krankheit, — die in England „Warty Disease“, „Potato Black Scab,“ „Potato Rosette“ usw. genannt wird, — gibt sich zu erkennen als warzenartige Auswüchse an den zur Blütezeit sich ausbildenden neuen Knollen, mitunter auch an den diese

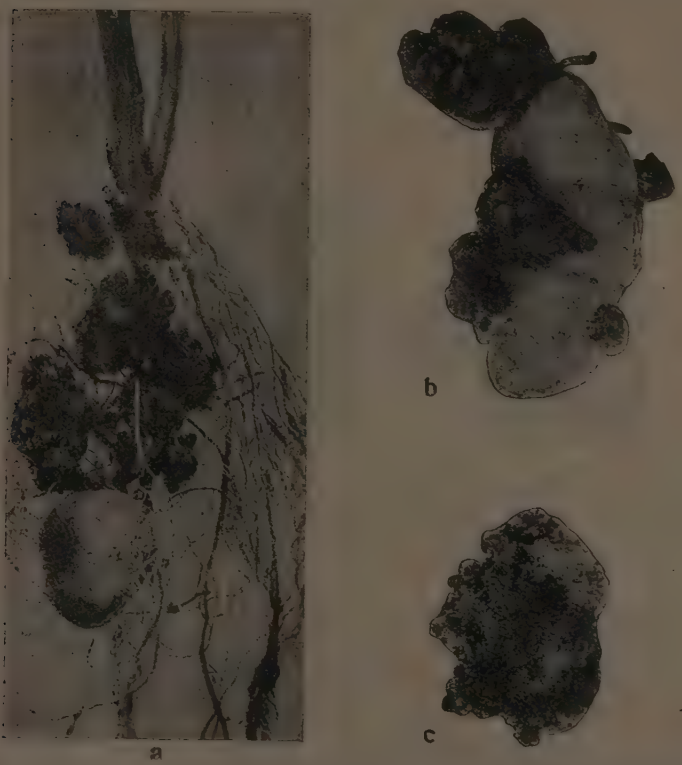



Fig. 24. Krebs der Kartoffel. a. Die unter der Erdoberfläche befindlichen Teile einer kranken Pflanze. — b. und c. Kranke Knollen. (a. und c. nach O. Appel; b. nach T. Johnson.)

tragenden fadenförmigen Achsenteilen, sowie am Wurzelhals und an den Wurzeln. In der Regel erreichen die Auswüchse die Größe einer Walnuß oder werden noch etwas größer. In sehr bösartigen Fällen zeigt sich das Ganze schließlich als eine große, unregelmäßige, schwulstige Masse. Die anfangs weißen Auswüchse

nehmen allmählich eine dunkelbraune Farbe an. Bei feuchter Lage gehen die kranken Kartoffeln bald vollständig in Fäulnis über.

Die Krankheit wird durch einen Pilz, der *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. — bisweilen auch mit dem erst gegebenen Namen: *Chysophlyctis endobiotica* Schilb. — genannt wird, hervorgerufen. Dieser lebt im Innern der Kartoffelzellen, namentlich in den dicht unter der Schale liegenden Geweben. Im jugendlichen Gewebe erscheint er als ein mit dem Protoplasma der Nährzelle ununterscheidbar verschmolzenes, sym-

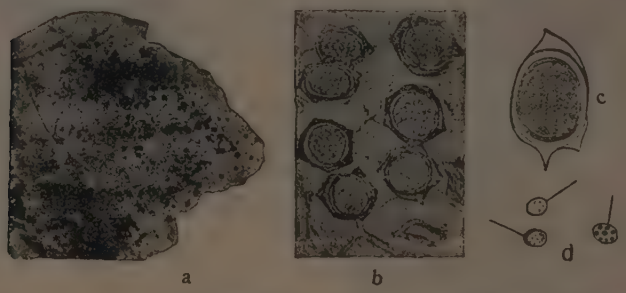



Fig. 25. Krebspilz der Kartoffel. a. Durchschnitt eines Knollenteiles mit Dauersporangien (schwach vergr.). — b. Teil des Knollengewebes mit Dauersporangien (stark vergr.). — c. Reifes Dauersporangium. — d. Schwärmsporen. (a., c. und d. nach T. Johnson; b. nach K. Schilberszky.)

biotisch zusammenlebendes Plasmodium, das erst bei fortschreitendem Alter als selbständiges Gebild hervortritt. In jeder kranken Zelle befindet sich ein Plasmodium, das allmählich umgewandelt wird entweder in goldbraune Sporengehäuse (Sporangien), die je eine zahllose Menge zur Verbreitung der Krankheit während der Vegetationszeit dienende Schwärmsporen enthalten oder auch in ein einziges, dickwandiges Dauersporangium, dessen Aufgabe es ist, den Pilz bis zum folgenden Jahre am Leben zu erhalten. Die Dauersporangien können in den umgebenden Boden gelangen, oder sie werden mit schwach erkrankten Knollen, wenn solche zur Saat benutzt werden, weiter geschleppt. Infizierte Erde kann ihre ansteckende Fähigkeit mindestens zwei, vielleicht sogar sechs bis sieben Jahre

beibehalten. Die Infektion der jungen Knollen erfolgt in den Augen, die durch den Reiz sich abnorm entwickeln und die krebsartige Wucherungen bilden.

In künstlichen Infektionsversuchen hat sich der Pilz auf *Solanum nigrum* und *S. Dulcamara* (Cotton, 1916) und auf Tomaten (Kunkel u. Orton, 1920) überführen lassen, während zahlreiche andere Solanaceen, wie mehrere Arten der Gattungen *Solanum, Capsicum, Datura, Physalis, Nicotiana* usw. sich immun gezeigt haben (Weiß, 1923).

Die Krankheit wurde zum erstenmal im Jahre 1896 in Ungarn wahrgenommen. Bald danach entdeckte man sie in vielen anderen Ländern, wie 1900 in England, 1908 in Deutschland (Rheinprovinz, Westfalen, Schlesien usw.), 1909 in Nordamerika (Newfoundland), 1912 in Schweden usw. Fast überall hat sich der Pilz beibehalten und verbreitet. Nicht aber so in Schweden, wo die Krankheit seit der gründlichen Desinfizierung des infizierten Kulturbodens mit Formalinlösung (1 %; 10 Liter Lösung pro □m) in den Jahren 1913 und 1914 (Eriksson, 1914; Hammarlund, 1915) nicht mehr, wenigstens nicht bis zum Jahre 1924, beobachtet worden ist, während sie in neuester Zeit in Norwegen (1922), in Dänemark (1923) und in Finnland (1924) aufgetreten ist.

Die Krankheit befällt verschiedene Kartoffelsorten in verschiedenem Grade. In England hat sich unter etwa 50 geprüften Sorten ungefähr ein Drittel als immun gezeigt. In Deutschland waren unter den im Jahre 1922 gebauten Kartoffelsorten in Brandenburg 30 %, in Pommern 31 %, in Hannover und Ostpreußen 12 % immun. Unter den immunen Sorten fanden sich die frühreifenden „Paulsens Juli" und „Goldperle" mit gelbem Fleische und die auch frühreifenden „Thiele's früheste", „Kukkuck", „Magdeburg blaue" mit weißem Fleische und unter den mittelfrühen folgende gelbfleischige Sorten: „Richter's Jubel", „Pepo", „Arnice", „Marschal Hindenburg", „Helios" und „Nepeta" (Spieckermann, 1923).

In Nordamerika, wo diese Krankheit nicht nur in den Oststaaten (Newfoundland, 1909; Pennsylvania, 1918), sondern an zerstreut liegenden Orten in den Zentralstaaten wahrgenommen worden ist, hat man wesentlich

zwei Kampfwege gegen den gefürchteten Feind eingeschlagen: 1. Anbau möglichst widerstandsfähiger (sog. immunen) Kartoffelsorten; nach mehrjährigen Kulturversuchen mit zahlreichen amerikanischen Kultursorten in stark infizierten Boden hat man nicht weniger als 26 für immun geschätzte Sorten gefunden, unter welchen besonders vier, nämlich „Green Mountain", „Irish Cobbler", „Spoulding Rose" und "Mc Cornick", für die Zentralstaaten empfohlen worden sind, und unter diesen Sorten ist im Jahre 1921 durch die Vermittelung von Pennsylvania Departement of Agriculture „Spaulding Rose" in einer Menge von 10,000 Bushels den Anbauern als Saatgut zugeteilt worden; — und 2. Abgrenzen des infizierten Gebietes durch eine Schutzzone hinreichender Breite, wo man nur immune Sorten bauen darf, wie es z. B. im Winkel zwischen Luzerne, Columbia, Scnuylkill und Carbon angeordnet ist (Hartman, 1923). Man spricht von gutem Erfolg beider Kampfmethoden.

*Schutzmaßregeln:* 1. Man vernichte sogleich alle kranken Kartoffeln samt dem Kraute, und verwende zur Saat im folgenden Jahre keine auf kranken Feldern geernteten Kartoffeln, auch wenn sie gesund aussehen. — 2. Auf Boden, der Kartoffeln hervorgebracht, von denen, wenn auch nur ein geringer Prozentsatz, krank gewesen ist, baue man in den folgenden vier bis sieben Jahren keine Kartoffeln. — 3. Ein Ackerfeld, auf dem kranke Kartoffeln gestanden, halte man sorgfältig isoliert, damit keine Erde durch Menschen, Tiere oder Geräte von krankem auf gesundes Feld übertragen wird. — 4. Durch gründliche, zwei bis drei Wochen vor dem Auslegen der Saatkartoffeln ausgeführte Desinfektion der infizierten Erde mit 1 %iger Formalinlösung 10 Liter pro □m) hat man bei in Schweden (1913—1914) ausgeführten Versuchen den Krankheitsstoff der Erde vollständig unschädlich gemacht und durchaus gesunde Kartoffeln geerntet. — 5. Man baue solche Kartoffelsorten, die nach am Platze oder in der Gegend gewonnener Erfahrung sich immun gegen die Krankheit gezeigt haben. — 6. Wenn von andern Orten bezogene Kartoffeln als Saatgut benutzt werden sollen, so achte man sorgfältig darauf, daß die Saatknollen mit der Krankheit nicht behaftet sind. — 7. Sollen als krank verdächtige Kartoffeln verfüttert werden, so sehe man genau zu, daß keine losgetrennten Knollenstücke und auch keine in den Krippen etwa liegengebliebenen Kartoffelreste mit dem Dünger vermischt werden und auf den Komposthaufen gelangen, und lasse tunlichst, der Sicherheit halber, die Kartoffeln vor der Fütterung kochen.

## Wurzelbrand des Flachses.

*Olpidiaster radicis* (de Wild.) Pasch.

Marchal, E., Recherches biologiques sur une Chytridinée parasite du Lin. Rech. Biol. Exper., Inst. Agric. Gembloux, T. I, 1900, S. 67—109.

Fig. 26. Wurzelbrand des Flachses. a. Kranke Pflanzen in jungem Krankeitsstadium, mit schlaffen, herunterhängenden Stengelspitzen. — b. Spitze eines Wurzelzweiges mit Pilzkörpern in den Zellen. (a. nach E. Marchal; b. nach V. Ducomet.)

Diese Krankheit, in Belgien, Holland und Frankreich unter dem Namen „Brulure" bekannt, tritt im Vorsommer an zerstreuten Flecken („Brandflecken") in den Flachsfeldern auf. Der Stengel verliert seine Steifheit und die Spitze desselben fällt schlaff herab. Die äußersten Verzweigungen der Wurzel nehmen ein glasiges Aussehen an und brechen leicht ab. Bei feuchter Witterung oder in versumpftem Boden kann die Krankheit sehr schnell über das ganze Feld verbreitet werden.

Fig. 27. Wurzelbrand des Flachses. a. Zellen aus dem äußeren Parenchymgewebe der Wurzel, mit Pilzkörpern im Innern derselben; junge Entwicklungsstadien. — b. Zellen, die Dauersporen einschließen. (Nach E. Marchal.)

Der die Krankheit erregende Pilz wurde ursprünglich *Asterocystis radicis* de Wild. genannt. Seitdem es bekannt wurde, daß der Gattungsname schon früher einer Algengattung gegeben worden war, hat man den hier vorliegenden Schleimpilz zu **Olpidiaster radicis** (de Wild.) Pasch. umtaufen müssen.

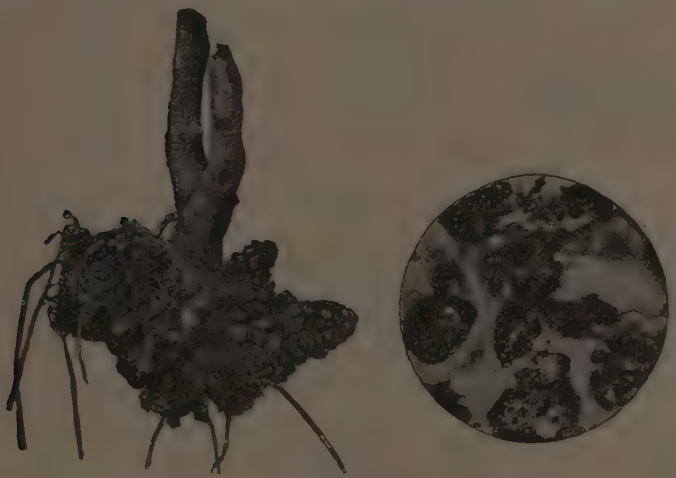
Der Pilz lebt in den oberflächlich gelegenen Zellen der feinen Seitenwurzeln. Wenn die Wurzeln noch sehr zart sind, dringt der Pilzkörper gleich oberhalb der Wurzelspitze ein und zwar am leichtesten, wenn die Pflanzen 13—18 Tage alt sind, nach dem 25. Tage überhaupt nicht mehr. Der Pilz verbreitet sich von Zelle zu Zelle. In der befallenen Zelle zeigt sich der Plasmakörper, der sowohl das Plasma der Zelle als das des Pilzes zu enthalten scheint — und folglich als „Mykoplasma" (vgl. S. 66 u. 115) bezeichnet werden konnte —, stark trüb und füllt mitunter den ganzen Zellraum. Allmählich wird der Plasmakörper in eine oder mehrere Massen von Schwärmsporen umgestaltet, die durch ein Loch in der Zellwand ausschlüpfen. Der Pilz lebt von Jahr zu Jahr durch Dauersporen fort, die in jeder Zelle einzeln oder zu mehreren vorhanden sind. Er kann auch in den Wurzeln anderer Gewächse, wie Kohl, Kohlrüben, Radieschen, Spinat, Erbse, Klee, Luzerne, Senf u. a. leben. Die Krankheit ist auch aus Deutschland und Irland bekannt.

Das einzige Mittel gegen die Krankheit, das man kennt, besteht darin, daß man auf verseuchtem Boden in den nächstfolgenden sieben bis zehn Jahren keinen Flachs baut (Arnaud, 1914).

Unter den übrigen zur Gruppe der Chytridiaceae gehörenden Pilzformen, die auf landwirtschaftlichen Kulturpflanzen Krankheiten hervorrufen können, seien folgende erwähnt: **Urophlyctis Alfalfae** (Lagerh.) Magn., die am Wurzelhalse der Luzerne zahlreiche erbsengroße, korallenartige Auswüchse veranlaßt. Diese Krankheit wurde zuerst in Südamerika, später in der Schweiz, Italien, Deutschland, England, Holland, Nordamerika usw. wahrgenommen. An verschiedenen Stellen hat die Krankheit einen großen Verlust an den Luzernestöcken verursacht (Lagerheim, 1898; Magnus, 1901, 1902; Arnaud, 1916; Jones u. Drechsler, 1920). — **Urophlyctis leproides** (Trab.) Magn., die an Zuckerrüben große, kurz gestielte, unregelmäßig gefurchte

Anschwellungen am oberen oder mittleren Teil der Wurzel erzeugt. Im Durchschnitt zeigen die Geschwülste zahlreiche dunkle Punkte. Die Krankheit ist in Algier, Frankreich und in andern Ländern beobachtet worden. (Vuillemin, 1906, 1917.)

**Olpidium Brassicae** Wor. befällt im Frühjahr junge Kohlpflanzen, besonders wenn diese sehr dicht zusammen stehen und



a. b.

Fig. 28. *Urophlictès Alfalfae.* a. Luzernewurzel mit schwülstigen Auswüchsen. — b. Durchschnitt eines Geschwulstteiles, mehrere mit Dauersporen gefüllte Höhlungen zeigend. (Nach G. Korff.)

sehr feucht gehalten werden. Der Wurzelhals wird schwarz und bricht ab, so daß die Pflanzen eingehen („Umfallen" oder „Schwarze Beine" der Kohlpflanzen) (Woronin, 1878).

**Olpidium Trifolii** (Pass.) Schröt. und **Urophlyctis bohemica** Bub. erzeugen blasenförmige Anschwellungen an Blättern und Blattstielen von Kleearten (Bubak, 1902).

**Pyroctonum sphaericum** Prun. ist besonders schädlich auf Weizen im Südwesten Frankreichs aufgetreten. Die Pflanzen hören auf zu wachsen und werden gelb, und es entstehen große, abgestorbene Flecken auf den Weizenfeldern (Prunet, 1894).

**Rheosporangium aphanidermatus** Eds. erzeugt in Nordamerika an jungen Keimlingen von Zuckerrüben und Radieschen ähnliches Abtöten des Wurzelhalses und Umfallen der Pflanzen wie in Europa *Pythium de Baryanum* Hesse, *Aphanomyces laevis* De Bary, u. a. Keimlingsbrand-Pilze (Edson, 1915).

## b) Peronosporaceae. — Falscher Meltau.

de Bary, A., Zur Kenntnis der Peronosporeen. Bot. Zeit., Jahrg. 39, 1881, S. 521 usw.

Bretschneider, A., Die falschen Meltaupilze (Peronosporaceae) und ihre Bekämpfung. Monatsheft Landw. Wien, H. 5, 1912, 10 S.

Gäumann, E., Beiträge zu einer Monographie der Gattung Peronospora Corda. Beitr. Krypt.-Fl. Schweiz, Vol. 4, 1923, S. 1—360.

Diese Pilze sind fast ausschließlich Parasiten. Sie besitzen ein gut ausgebildetes und reichverzweigtes Mycel. Der vegative, d. h. der die Nahrung aufnehmende und zubereitende Teil dieses Mycels breitet sich innerhalb der Nährpflanze als ein Netzwerk zwischen den Zellen aus und dringt mit kürzeren Seitenzweigen (Saugästen, Haustorien) in das Innere der Zellen ein. Der fruktifikative, d. h. der die Vermehrungszellen (Luftsporen) erzeugende Teil des Mycels tritt dagegen außen an der Nährpflanze als ein grauer Schimmelüberzug hervor. Unter dem Mikroskop betrachtet erscheint dieser Schimmel in der Form von zahlreichen frei abstehenden, oft wiederholt verzweigten Fäden, die eiförmige Vermehrungszellen (Luftsporen, oft auch Konidien genannt) abschnüren, durch welche der Pilz während der Vegetationszeit verbreitet wird.

Die Keimung der Luftsporen findet entweder in der Weise statt, daß der Inhalt der Spore sich auf eine Anzahl Schwärmsporen (Zoosporen) verteilt, die jede für sich frei heraustreten und einen Keimschlauch treiben, oder die ganze Spore sendet, wie eine gewöhnliche Spore, einen einzelnen Keimschlauch aus. Bisweilen (Gatt. *Pythium)* kommt auch, neben den schon beschriebenen, eine dritte Keimungsform vor, indem der Inhalt der Luftspore in einer Blase entleert wird und sich danach in zahlreiche Schwärmsporen teilt. Die Luftsporenträger erzeugen ihre Sporen entweder auf baumartig verzweigten Ästen

(Gatt. *Phytophthora* und *Peronospora)* oder in langen, perlschnurartigen Ketten (Gatt. *Cystopus).*

Von einem Jahre zum anderen erhält sich der Pilz in der Regel durch dickwandige Dauersporen (Oosporen), die im Innern des befallenen Pflanzenorgans später im Jahre, oft erst wenn dieses sich in Auflösung befindet, entstehen und nach erfolgter Überwinterung auskeimen. In einigen Fällen z. B. bei *Phytophthora infestans* und *Peronospora Spinaciae,* hat man eine Überwinterung des Pilzes im Plasmastadium mit dem Plasma der Nährzelle zusammen konstatieren können, aus welcher Symbiose das Pilzelement in einem gewissen Entwicklungsstadium der Nährpflanze und unter gewissen äußeren Verhältnissen sich frei macht, um ein interzellulares, schmarotzendes Mycel zu bilden (Mykoplasma-Theorie; unten S. 66).

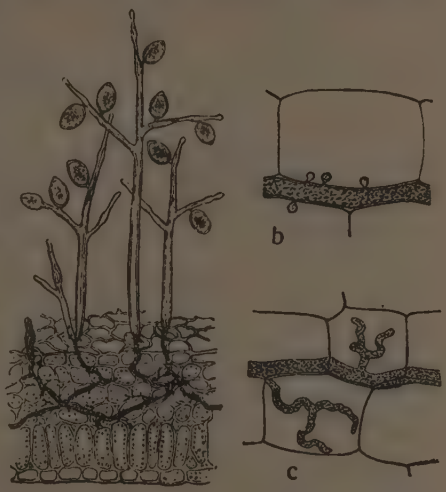



Fig. 29. *Mycel von Peronosporaceen.* a. Durchschnitt eines kranken Kartoffelblattes; vegetatives Mycel im Innern, fruktifikatives mit Luftsporen auswendig. — b. Vegetativer Mycelfaden mit kurzen, kugeligen Haustorien *(Cystopus.)* — c. Vegetativer Mycelfaden mit langen, verzweigten Haustorien *(Peronospora).*

## Keimlingsbrand.

### *Pythium de Baryanum* Hesse.

Hesse, R., Pythium de Baryanum, ein endophytischer Schmarotzer. Halle a. S., 1874, 76 S.

Miyake, K., The Fertilisation of Pythium de Baryanum. Ann. of Bot., Vol. 15, 1901, S. 653—667.

Hiltner, L. u. Peters, L., Untersuchungen über die Keimlingskrankheiten der Zucker- und Runkelrüben. Arb. Kais. Biol. Anst., Land- und Forstw., Bd. 4, 1905, S. 207—253.

Butler, E. J., An account of the genus Pythium and some Chytridiaceae. Mem. Dep. Agr., India, Bot. Ser., Vol. 1, 1907, S. 1—160.

Busse, W. u. Ulrich, P., Über das Vorkommen von Wurzelbranderregern auf der Rübensaat. Arb. Kais.-Biol. Anst., Land- u. Forstw., Bd. 6, 1908, S. 373—384.

Störmer, K. u. Eichinger, A., Die Ursachen und die Bekämpfung des Wurzelbrandes der Rüben. Fühl. Landw. Zeit., Jahrg. 58, 1910, S. 393—413.

Peters, L., Über die Erreger des Wurzelbrandes. Arb. Kais.-Biol. Anst., Land- u. Forstw., Bd. 8, 1913, S. 211—229.

Busse, W., Peters, L. u. Ulrich, P., Über das Vorkommen von Wurzelbranderregern im Boden. Ib., 1913, S. 260—302.

Edson, H. A., Seedling diseases of Sugar Beets and their relation to Root-rot and Crown-Rot. Journ. Agr. Res., V. 4, 1915, S. 135—168.

Dieser Pilz lebt in feuchtem Humus, namentlich in Anzuchtkästen, und geht von dort auf junge Keimpflanzen zahlreicher, im System weit auseinanderstehender Pflanzenarten über. Er greift nicht nur den Stengelteil unterhalb der Keimblätter und den oberen Teil der Wurzel an, sondern kann auch die Spitze der Hauptwurzel von jungen Pflanzen zum Absterben bringen und jugendliche Seitenwurzeln während der ganzen Vegetationszeit abtöten, ja er vermag sogar die noch in der Samenhöhle befindlichen Samen und die jungen Keimlinge, ehe sie sich über den Erdboden erhoben haben, abzutöten. Das infizierte Gewebe des sich bildenden Keimlings wird glasig-gelblich, verliert seinen Turgor und trocknet unter braun-schwarzer Verfärbung ein. Die Pflänzchen werden schlaff, neigen sich gegen den Boden hin und sterben ab („Umfallen", „Damping off"). In feuchter Luft wachsen aus der Oberfläche des befallenen Organs kurze Pilzfäden, die kugelige Anschwellungen abschnüren. Diese Anschwellungen können sogleich keimfähig sein, in welchem Falle sie den Inhalt in der Form einer Blase entleeren, die sich danach in zahlreiche Schwärmsporen teilt, oder sie keimen nach einer gewissen Ruhezeit als Konidien mit einem einzigen Keimschlauch aus. Gegen den Herbst werden nach einer geschlechtlichen Fruktifikation Dauersporen, die für die Überwinterung des Pilzes bestimmt sind, in dem faulenden Gewebe gebildet und mit diesem in die Erde gebracht. Große Feuchtigkeit und Wärme begünstigen die Verbreitung der Krankheit, sowie auch dichter Wuchs der Sämlinge in den Anzuchtkästen.

Der Pilz befällt die Keimpflanzen vieler Pflanzenarten, wie Rüben, Kohl, Lupine, Spargel, Senf, Erbse, Gerste, Levkoje usw. Am meisten ist er in neuerer Zeit, besonders in Rußland und Deutschland, als Parasit an Rübenpflänzchen beobachtet worden. Seltener werden ältere Pflanzenteile, wie Knollen und Stengel der Kartoffelpflanze, vom Pilze angegriffen.

Fig. 30. Keimlingsbrand der Runkelrübe. *Pythium de Baryanum.* a. Kranke Keimlinge. — b. Gesunde Keimlinge (desselben Alters). (Nach W. Busse.)

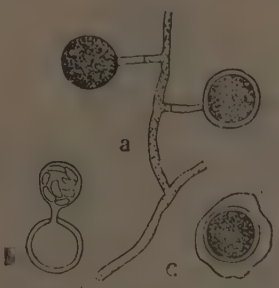



Fig. 31. *Pythium de Baryanum.* a. Hyphe mit Sporengehäusen. — b. Sporengehäuse, im Begriff, Schwärmsporen zu entwickeln. — c. Dauerspore. (Nach E. Rostrup.)

Als Erreger ähnlicher Keimlingskrankheiten werden auch mehrere andere Pilzarten angegeben, in erster Linie *Phoma Betae* Frank und *Aphanomyces laevis* de By. (Peters, 1913) und außerdem Species der Gattungen *Arthrobotrys* (v. Tubeuf, 1902), *Gibberella* (Dickson, 1923) und *Fusarium* (Appel, 1924).

Es mag übrigens hier auch erwähnt werden, daß es Forscher gibt, die meinen, daß die eigentliche Ursache der Krankheit durchaus nicht in den Pilzen liegt, sondern in der Schwäche oder Kränklichkeit der Pflanze selbst, und daß daher als Radikalmittel gegen den Wurzelbrand nicht solche Mittel anzusehen sind, die gegen die Pilze gerichtet sind, sondern solche, welche die Kräftigung der Pflanze selbst zum Ziele haben und die Lebensenergie und Widerstandsfähigkeit derselben fördern (Karlson, 1891).

*Schutzmaßregeln:* 1. In Kästen, in denen Pflanzen gezogen werden sollen, gebe man der obersten Bodenschicht eine Bei-

mischung von feinem Sand oder Kohlenstaub und sorge für mäßige Wärme und Feuchtigkeit während des ersten Wachstums der Pflanzen, wenn der Stengelteil noch am Wachsen ist. — 2. Hat die Krankheit in einem früheren Jahre sich im Treibbeet gezeigt, so schaffe man neue, frische Erde an und reinige sorgfältig alle Rahmen und Fenster. — 3. Bei sehr feuchten Böden sei zu empfehlen gute Drainierung, frühzeitiges Pflügen nach Abernten der Vorfrucht, genügende Zufuhr von Stickstoff- und phosphorsäurehaltigem Kunstdünger, Lockerung des Bodens durch wiederholtes Hacken. — 4. Wenn Grund zum Verdacht besteht, daß die Krankheit mit dem Rübensamen übertragen wird, lasse man die Knäule zuerst 2—3 Tage feucht liegen und beize sie dann während zwei Stunden in 1—2 prozentiger Kupfervitriollösung, bevor man sie verwendet.

## Krautfäule der Kartoffel.

*Phytophthora infestans* (Mont) de By.

de Bary, A., Die gegenwärtig herrschende Kartoffelkrankheit, 1861, S. 1—75.

Smith, W. G., The resting spores of the Potatoe Disease. Gard. Chron., Vol. 4, 17. Juni 1875; Vol. 6, 1. Juli 1876; 8. Juli 1876.

de Bary, A., Researches into the nature of the potato fungus. Journ. R. Agr. Soc., Ser. 2, 12, 1876, S. 240—269.

Smith, W. G., Diseases of Field and Garden Crops., 1884, S. 275—329.

Plowright, C. B., Jensen on the Potato-Disease. Gard. Chron., Vol. 21, New Ser., 1884, 16. Febr., S. 208; 23. Febr., S. 239—240; 1. March, S. 273—274.

Wehmer, C., Einige Knollen-Infektionsversuche mit Phytophthora. Zentr.-Bl. Bakt., Abt. 2, Bd. 3, 1898, S. 646—658.

Hecke, L., Untersuchungen über Phytophthora infestans de By als Ursache der Kartoffelkrankheit. Journ. Landw., 1898, S. 97—142.

Clinton, G. P., Downy Mildew of Potatoes. Conn. Agr. Exp. Stat. (R. 1904) 1905, S. 363—374; (R. 1905) 1906, S. 304—330; (R. 1907—08) 1909, S. 895—901; (R. 1909—10) 1911, S. 753—774; (R. 1914) 1915, S. 470—487; (R. 1917—18) 1919, S. 411—420.

Jones, L. R., Giddings, N. J. u. Lutman, B. F., Investigations of the Potato fungus, Verm. Agr. Exp. Stat., Bull. 168, 1912, S. 9—87.

Pethybridge, G. H., Investigations on Potato-Diseases. Dep. Agr. Irel. Rep. 1—9, 1911—18.

Pethybridge, G. H. u. Murphy, P. A., On pure cultures of Phytophthora infestans de By. Sci. Proc. Soc., Dublin, Vol. 13, 1913, S. 566—588.

Eriksson, J., Über den Ursprung des primären Ausbruches der Krautfäule auf dem Kartoffelfelde. Ark. Bot., Bd. 14, No. 20, 1916, S. 1—72.

Diese am meisten besprochene Krankheit der Kartoffelpflanze, oft ganz einfach „die Kartoffelkrankheit" genannt, erscheint auf dem Kartoffelfelde im Freien zuerst im Spätsommer, in normalen Jahren etwa Mitte August, bisweilen aber 2—3 Wochen früher oder etwas später. Sie bildet große, dunkle Flecken an den sonst tiefgrünen Blättern. Von Tag zu Tag werden die Flecken größer und zahlreicher, bis endlich nach 1 bis 3 Wochen — je nach der herrschenden Witterung — das ganze Kraut des Feldes schwarz und tot ist und die Stengel nackt da stehen. Nähert man sich dem kranken Felde, bemerkt man einen fauligen, unangenehmen Geruch.

Fig. 32. Primärausbruch der Krautfäule der Kartoffelpflanze auf dem Kartoffelfelde im Spätsommer. (Orig.)

Neben diesem regelmäßig späten Hervortreten der Blattkrankheit auf dem Kartoffelfelde im Freien — das späte Auftreten ist so charakteristisch, daß es der Krankheit den englischen Namen von „Late Blight" eingetragen hat — ist indessen auch ein zeitiger Frühjahrsausbruch der Krankheit auf Kartoffelpflanzen, die im Mistbeet unter Glas gebaut werden, wenigstens in Schweden mehrmals (1910, 1911, 1918) wahrgenommen worden. Waren die Saatkartoffeln im Januar oder Februar ins Mistbeet ausgelegt und wurde die Kultur sehr feucht gehalten, so trat die Krankheit etwa Mitte April, wenn die voll ausgewachsenen Kartoffelpflanzen im Begriff waren, neue Knollen anzusetzen, plötzlich auf. Der Befall zeigt sich jetzt nicht auf den Blattspreiten, die fast ausnahmslos rein sind, wenn auch wenig verkrüppelt, sondern auf Stammpartien, teils am Haupt-

stamm und seinen Verzweigungen als lange, dunkle, flaumige Streifen, teils an den Blattstielen, die infolge des Angriffes dünn wie feine Nähfäden wurden.

a. b.

Fig. 33. Verfrühter, primärer Krankheitsausbruch in Mistbeetkultur im Frühjahr. a. Lange, dunkle, pilzbefallene Streifen am Stamme. — b. Stiele der Blättchen befallen, dünn wie feine Nähfäden. (Orig.)

In beiden Fällen, bei dem späten Ausbruch auf dem Felde wie bei dem frühen Hervortreten im Mistbeete, haben wir offenbar mit ein und derselben Phase in der Entwickelungsgeschichte des Krankheitserregers, des falschen Meltaupilzes *Phytophthora infestans* (Mont.) de By. zu tun. Trotz einer unstreitbaren habituellen Verschiedenheit im äußeren Auftreten der beiden For-

men, gibt es zwischen denselben eine beachtenswerte, innere, biologische Ähnlichkeit insofern, als in beiden Fällen die Kartoffelpflanzen im wesentlichen dasselbe Entwickelungsstadium, d. h. etwa das Maximum ihrer oberirdischen Teile erreicht haben und im Begriffe sind, neue Knollen anzusetzen. Dieses Phänomen deutet unabweisbar auf das Vorhandensein eines versteckten Krankheitsstoffes im Inneren der Pflanze selbst hin und macht das regelmäßig späte Auftreten der Krankheit auf den Kartoffelfeldern leichter verständlich.

Man fragt sich jetzt: Wie gelangt diese Krankheit zuerst in das Kraut der Kartoffelpflanze und wie überwintert der krankheiterregende Pilz?

Seit mehr als 75 Jahren, von der Zeit der Einwanderung der Kartoffelkrankheit in Europa um das Jahr 1845 an, ist die Überwinterung des Pilzes von einem Jahre zum anderen eine viel diskutierte Frage gewesen. Um 1875 war eine heftige Divergenz betreffs der Beantwortung der Frage zwischen den Gelehrten verschiedener Länder entstanden. Einige meinten in gewissen Teilen der Kartoffelpflanze Überwinterungssporen (Oosporen) entdeckt zu haben (W. G. Smith; Berkeley; Vize; Plowright). Andere dagegen hielten eine solche Deutung für unrichtig und meinten, daß die wahrgenommenen Oosporen in der Tat nicht dem Kartoffelpilze, sondern einem anderen, nahe verwandten, zufällig in den untersuchten Pflanzenteilen vorhandenen Pilze der Gattung *Pythium* angehörten (de Bary; Brefeld; Magnus). Um die Streitfrage zu lösen gab nun die K. Engl. Landw.-Gesellschaft dem deutschen Forscher A. de Bary, dem hervorragensten Pilzforscher jener Zeit, den Auftrag, vorliegende Frage einer eingehenden Prüfung zu unterziehen. Das Resultat dieser Prüfung erschien in einer Arbeit vom Jahre 1876, wo de Bary an seiner früher verfochtenen Meinung fest hielt. Durch diese Entscheidung, die fast überall akzeptiert wurde, war für eine lange Zukunft die Überwinterungsfrage ungelöst geblieben.

Vollständig aus der Welt gebracht durch die gegebene Entscheidung zeigten sich indessen keineswegs die Meinungsdifferenzen. In den nächstfolgenden Jahrzehnten wurden, neben den alten Auffassungen von einer Krankheitsquelle in der Saatknolle und dem daraus heranwachsenden Trieb (de Bary) oder in einem in der Erde fortlebenden Mycel (Kühn) oder mit in faulenden Pflanzenteilen vorhandenen Oosporen (W. G. Smith), auch neue Erklärungsversuche vorgeführt. Man dachte sich ein an der Oberfläche der Kartoffelknolle sporenerzeugendes und von da aus das Laub infizierendes Mycel (Hecke, 1898) oder einen unfaßbar feinen, staubähnlichen oder schleimigen Zustand des in der ganzen Kartoffelpflanze latent vorhandenen Pilzkörpers (W. G. Smith, 1884; Wilson, 1891; Massee, 1906).

Endlich im Anfange unseres Jahrhunderts trat eine neue Tätigkeitsperiode in der Forschungsgeschichte dieser Krankheit ein. Sehr

umfassende und sehr eingehende Untersuchungen über dieselbe wurden in Nordamerika und England vorgenommen. (Clinton, 1904—1910; Jones, Lutman u. Griddings, 1904—1912; Pethybridge u. Murphy, 1911—1913; Melhus, 1913—1915) Die Hauptmethode bei diesen Untersuchungen wurde die Reinkultur der Pilzformen auf künstlichen Nährsubstraten und es gelang, rudimentäre Oosporen künstlich hervorzubringen. Trotz allen Bestrebungen war und blieb die Überwinterungsfrage weiter ungelöst.

Mit Rücksicht auf das fortdauernde geheimnisvolle Rätsel der Überwinterung des Pilzes und des Wiederauftretens der Krankheit im neuen Jahre wurde endlich im Jahre 1915 eine seit Jahren geplante Untersuchung auch in Schweden in Gang gesetzt. Hierzu wurde ein anderer Weg als in den amerikanisch-englischen Versuchen gewählt. Als Ausgangsbasis dienten die allerersten, im Spätsommer auf den Kartoffelfeldern hervorbrechenden, sicher primären, großen Blattflecken. Man versuchte durch eine möglichst genaue mikroskopische Untersuchung den bei der Ausbildung dieser Flecken im Blattgewebe vorsichgehenden Wachstumsprozeß kennen zu lernen und auf solche Weise die Herkunft des dort vorhandenen Pilzmycels zu erforschen.

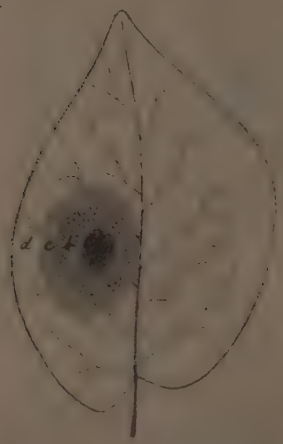



Fig. 34. Primärkrankes Kartoffelblättchen. a—b verschiedene Zonen des Flekkes. (Schematische Figur)

Mit Hilfe einer Lupe kann man an der Unterseite des Fleckes mehrere, allmählich ineinander übergehende Zonen unterscheiden: a) die Mittelzone, braun bis schwarz, fast tot; b) die grauflaumige, schimmeltragende Zone; c) die bleichgrüne Zone, und d) die rein grüne Zone. Die feinere Struktur der einzelnen Zonen ließ sich durch mikroskopische Untersuchung bei starker Vergrößerung von zahlreichen, aus den verschiedenen Zonen stammenden und nach modernen cytologischen Methoden gefärbten Mikrotomschnitten Schritt für Schritt auslesen.

Das erste wichtige Ergebnis dieser Untersuchung war die Ent-

deckung von Oosporen in dem desorganisierten Schwammgewebe der Zonen a und b. Diese Sporen waren kugelrund, von einer dicken, ebenen Wand umgeben. In ihrem Inneren sah man einen feinkörnigen Inhalt, in welchem man mehrere kernähnliche Körper unterscheiden konnte. Die Sporen lagen einzeln oder 2—3 zusammen. In denselben Fleckenzonen, in denen die Sporen sich

Fig. 35. Primärer Krankheitsausbruch. a. Zerstörtes Blattgewebe mit zwei Oosporen. — b. Keimende Oospore, an den Spaltöffnungszellen schmiegend. — c. Einfacher Keimschlauch mit einer kleinen Astanlage. — d. Keimschlauch mit einem Seitenast; in Atemhöhle zwei von der Oospore abgesonderte Kugeln, die noch ungekeimt sind. — e. Zwei Luftsporen, die sich wie Zoosporangien entwickeln. (Primäre Luftsporen.) (Orig.)

befanden, konnte man auch die Weiterentwicklung derselben verfolgen. Sie waren nämlich sogleich keimfähig, also keine Dauersporen, sondern wirkliche Sommersporen. Sie keimten entweder als Konidien mit einem Keimschlauch durch eine nahegelegene Spaltöffnung aus, oder als Sporangien, indem der Inhalt der Spore vor dem Ausdringen sich in mehrere Portionen (Teilsporen) verteilte, welche je mit ihrem Keimschlauch die Spaltöffnung durchbohrten. Aus den Schläuchen entwickelte sich ein Luft-

mycel von der für diesen Pilz charakteristischen Natur. Von den Mycelästen wurden Luftsporen abgeschnürt, die sich als Zoosporangien weiter entwickelten.

Die der Oosporenbildung vorausgehenden Entwicklungsstadien des Pilzes kann man in den periferischen Fleckpartien verfolgen. In gewissen Zellen der Zonen c und d entdeckte man mit Hilfe sehr starker Vergrößerung (1000/1) im Plasma die Einlagerung von zahlreichen, minimalen, punktförmigen Körperchen, die dem ganzen Zellinhalte zwischen den Chlorophyllkörnern eine eigentümliche Netz- oder Pünktchenstruktur verleihen, welche von dem gewöhnlichen Plasmabau abweicht. Die fremden Körperchen sind das Pilzelement in der zwischen den beiden Plasmakörpern, dem der Nährzelle und dem des Pilzes, stattfindenden Symbiose — *Mykoplasma* genannt — und das durch die jetzt beschriebenen Zellen repräsentierte Stadium dieser Symbiose kann als „das Ruhestadium" des Mykoplasmas bezeichnet werden (vergl. unten S. 115).

In anderen Präparaten aus den entsprechenden Zonen kann man die nachfolgenden Metamorphosen im Mykoplasmaleben wahrnehmen: die Auflösung der Chlorophyllkörner, die Entstehung einer Mehrzahl (3—6) Nukleolen im Plasma und die stellenweise Anhäufung von besonders trüben Plasmazentra — das „Reifestadium" des Mykoplasmas — bis endlich die trüben Plasmaanhäufungen sich durch die angrenzende Zellwand ausgießen, um in den Interzellularräumen einen Plasmodienstrang zu bilden, der zu einem wirklichen Mycelfaden entwickelt wird. Wir haben somit ein interzellulares Mycelium, das fertig ist, maskuline und feminine Äste (Antheridien und Oogonien) herauszubilden, durch deren Kopulation die Oosporen gebildet werden.

In welcher Weise der Pilz als Plasma in die Kartoffelpflanze und speziell in die im Sommer neuauswachsenden Stolonen und neuangesetzten Knollen eindringt, bleibt noch übrig zu erforschen.

Mittels der bei dem primären Krankheitsausbruche in der jetzt beschriebenen Weise entstandenen Luftsporen verbreitet sich die Krankheit sehr schnell sowohl im Mistbeete im Frühjahre wie auf dem Acker im Herbste. Diese primären Luftsporen entwickeln sich als Sporangien. Ihr trüber Inhalt ordnet sich zu einer wechselnden Anzahl unter sich getrennter Schleimkörper,

die durch ein Loch in dem einen Ende des Sporangiums entleert werden. Die Schleimkörper sind mit 2 feinen, beweglichen Geißeln versehen, die ihnen eine schwimmende Bewegung verleihen („Schwärmsporen"). Nach einer halben Stunde hört die Bewegung auf, die Geißeln fallen ab und die Schwärmsporen keimen aus. Durch Ansteckungen mittels dieser Sporen werden schnell neue, sekundäre Krankheitsflecken gebildet, die einer sekundären Luftsporengeneration Ursprung geben.

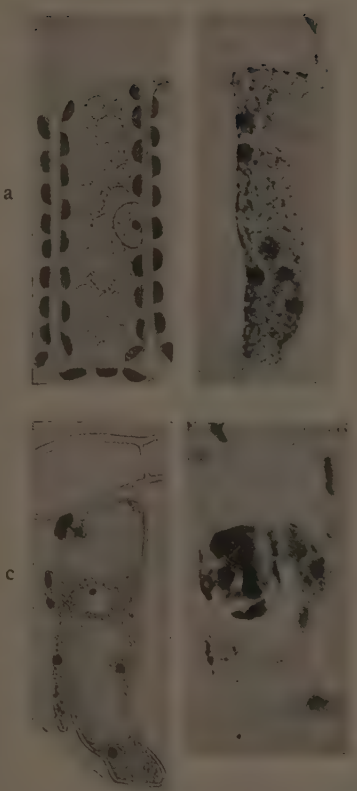



Fig. 36. Plasma- und Mycelium-Leben von *Phytophthora infestans;* primärer Blattfleck. a. Zelle aus dem grünen Blattfelde (Zone d, Fig. 34), mit Mykoplasma in Ruhestadium. — b. Zelle aus dem hellgrünen Blattfelde (Zone c) mit Mykoplasma in Reife (Nukleol-)Stadium. — c. Zelle mit zwei Plasma-Ausgüssen in die Interzellularräume ausdringend. — d. Im zerstörten Blattgewebe findet Kopulation zwischen einem Antheridium (rechts) und einem Oogonium (links) statt. (Orig.)

Wie diese sekundären Luftsporen auskeimen, ist noch nicht sicher bekannt. Seit Mitte des vorigen Jahrhunderts ist es wahrgenommen worden, daß die Luftsporen dieses Pilzes — meistenteils als „Konidien" bezeichnet — in zwei verschiedenen Weisen auskeimen, entweder als Sporangien mittels Schwärmsporen oder als Konidien mit einem einzelnen Keimschlauch. Die Ursache dieser verschiedenen Auskeimung ist bis jetzt nicht aufgeklärt worden, obgleich viel darüber geschrieben ist. Es wäre denkbar, daß die Konidienauskeimung eine Eigenschaft der sekundären Sporengeneration sein könnte. In solchem Falle

könnte man sich auch eine verschiedene Funktion in der Lebens- und Infektionsgeschichte bei den beiden Sporenarten denken.

Die Verbreitung der Krautfäule über das Kartoffelfeld ist von der Witterung zur Zeit des ersten Ausbruches der Krankheit oder gleich nachher in hohem Grade abhängig. Bei feuchtem, namentlich bei nebeligem Wetter verbreitet sich die Krankheit sehr schnell. In wenigen Tagen findet man kranke Blattflecken an jeder Pflanze des Feldes, und innerhalb 1—2 Wochen ist das ganze Feld schwarz geworden. Ist dagegen die Witterung zur genannten Zeit sehr trokken, so schreitet die Verbreitung der Krankheit nur langsam vor und kann sogar ganz aufhören. In einzelnen Jahrgängen, 1907 bis 1909 in Connecticut (Nordamerika) und 1911 in Schweden, blieb die Krankheit fast vollständig aus.

Fig. 37. Junge Kartoffelknolle von Phytophthora infestans angegriffen. (Nach O. Appel.)

Wenn auf einem Kartoffelfelde das Kraut in oben beschriebener Weise verwelkt ist, muß man darauf gefaßt sein, daß auch die in der Erde sich entwickelnden jungen Knollen von der Krankheit befallen werden. Die Krankheit tritt auch bald hier in der Form von dunklen, meist braunen Flecken auf, die mehr oder weniger tief in das Knollenfleisch hineinreichen. Man ist im allgemeinen der Ansicht gewesen, daß die Krankheit die Knollen in der Weise erreicht, daß die Luftsporen, welche vom kranken Kraut zur Erde herunterfallen, durch die deckende Bodenschicht vom Regen hindurchgespült werden. Für eine solche Annahme sprachen besonders gewisse in den 80er Jahren des vorigen Jahrhunderts in Dänemark und England ausgeführte Versuche, in welchen Luftsporen durch verschieden dicke Sandschichten gesiebt wurden, ebenso wie erfolgreiche Bemühungen, die Knollen gegen schwere Angriffe des Pilzes durch „Schutzhäufelung" zu schützen (J. L. Jensen, 1884; Plowright, 1884). Diese Erklärung bezüglich der Übertragung der Krankheit auf die Knollen fand aber durch zahlreiche in den 90er Jahren in Deutschland angestellte Versuche, gesunde Kartoffeln durch krankes Kraut an-

zustecken, keine Bestätigung (Wehmer, 1898). Fast alle diese Versuche fielen negativ aus, und in den Fällen, wo die Kartoffeln krank wurden, zeigten sich diese nicht mit dem Blattfäulepilze, sondern mit Trockenfäule behaftet, welche Krankheit, wie oben beschrieben worden ist, von gewissen Bakterien herrührt. Es bleibt also nicht anderes übrig als anzunehmen, daß die Krankheit in die Knollen auf dieselbe Weise, wie etwas früher in das Kraut gelangt, d. h. daß nach gewissen, auch in der Knolle, wahrscheinlich in ihrem periferischen Gewebe, vorsichgehenden Umwandlungen eines dort versteckten, plasmatischen Pilzkeimes ein interzellulares, krankheitserregendes Mycel entsteht. Für eine solche Annahme sprechen in der Tat auch gewisse in den 70er Jahren beschriebene Wahrnehmungen (W. G. Smith, 1876), die im Laufe der Jahre wohl außer Acht gelassen, ja vergessen, nicht aber widerlegt worden sind.

Fig. 38. Tomatenblatt, von Phytophthora infestans befallen. (Orig.)

Als das Einwanderungsjahr der Krankheit in Europa wird gewöhnlich das Jahr 1845 bezeichnet, in welchem Jahre der Pilz auch wissenschaftlich beschrieben und benannt wurde. In demselben Jahre zeigte er sich auch an sehr ausgedehnten Gebieten unseres Weltteiles verbreitet. Seine so auffällig schnelle Verbreitung hat man mit den Witterungsverhältnissen im Sommer und Herbste des genannten Jahres in Zusammenhang stellen wollen. Eine ganz einwandfreie Erklärung der bemerkenswerten Erscheinung hat man jedoch kaum geben können. Ebenso auffällig und bezüglich dessen Ursachen unaufgeklärt ist das plötzliche, allgemeine Auftreten der Krankheit gleichzeitig in Nordamerika. Nach Australien kam sie zuerst im Jahre 1904 (Mc. Alpine).

Derselbe Pilz ist auch an verschiedenen mit der Kartoffelpflanze mehr oder weniger nahe verwandten Pflanzenarten gefunden worden, wie an *Solanum etuberosum*, *S. caripense*, *S. sto-*

*loniferum, S. utile, S. Maglia, S. verrucosum, S. Dulcamara, S. laciniatum, S. marginatum, S. muricatum, S. tuberosum* × *utile, S. Lycopersicum, Anthocercis viscosa, Petunia hybrida, Schizanthus Grahami* und *Datura Metel.*

Die Erfahrung hat gelehrt, daß verschiedene Kartoffelsorten ungleich schwer von der Krankheit angegriffen werden. Diesen Umstand hat man benutzt, um sich gegen die Verheerungen zu schützen. Die bei der Sortenwahl entstehenden Schwierigkeiten dürften indessen jedem Kartoffelbauer allzu bekannt sein. Teils darf die Widerstandsfähigkeit einer gewissen Kartoffelsorte nicht als unter allen Verhältnissen dieselbe oder für alle Zeiten unverändert betrachtet werden, teils wird der Kulturwert einer Sorte nicht allein durch deren Widerstandsfähigkeit gegen die eine oder die andere Krankheit bestimmt, sondern es müssen auch andere Eigenschaften, wie Reifezeit, Ertragsfähigkeit, Geschmack, Stärkegehalt usw., mit in Betracht gezogen werden.

Man hat lange Zeit angenommen, daß der oben beschriebene Pilz die im Spätsommer auf den Feldern und im Winter auf den gelagerten Kartoffeln auftretenden Krankheitsformen, die unter dem Namen **Naßfäule** und **Trockenfäule** bekannt sind, hervorruft. Daß dem aber nicht so ist, sondern daß Bakterien die Erreger dieser Krankheiten sind, wurde schon erwähnt.

*Schutzmaßregeln:* 1. Man verwende gesunde Knollen zur Aussaat. Auf schwer erkranktem Felde geerntete Kartoffeln sind zur Saat nicht zu benutzen, auch dann nicht, wenn sie ein verhältnismäßig gesundes Aussehen zeigen; denn man hat allen Grund zu vermuten, daß die Krankheit gerade vorwiegend durch schwach erkrankte Knollen bzw. durch die in diesen verborgenen lebenskräftigen Krankheitskeime von Jahr zu Jahr am Leben erhalten wird. — 2. Man wähle einen für den Kartoffelbau geeigneten Kulturboden. Am besten ist trocken gelegener und gut entwässerter Sandboden oder stark sandiger Lehmboden. — 3. Man baue widerstandsfähige Sorten, dabei auf die am Platze oder in der Gegend gewonnene Erfahrung sich stützend. — 4. Auf ein und demselben Boden baue man nicht von Jahr zu Jahr Kartoffeln. — 5. Stalldünger darf den Kartoffeln nicht direkt, namentlich nicht im frischen Zustande, beigegeben werden. — 6. Man kultiviere die Kartoffeln in hohen Hügeln. Besonders wirksam hat in verschiedenen Fällen die sog. Schutzhäufelung sich

gezeigt. Bei solcher Behäufelung wird die Erde so hoch aufgeschichtet, daß die obersten Knollen im Sandboden 9 cm, im Lehmboden 10—13 cm hoch bedeckt sind. Diese Häufelung setzt offenbar eine größere Entfernung zwischen den Reihen als die gewöhnliche voraus, und zwar in sandigem Boden eine Entfernung von 80 cm, in steiferem Boden von 95 cm. — 7. Man bespritze das Kartoffelland zu der Zeit, wo die Blattflecken sich zuerst zeigen, oder schon eine Woche vorher, wenn dies aus der

a b c

Fig. 39. Bespritzung mit Bordeauxlösung. a. Bespritzt jede zweite Woche. — b. Unbespritzt. — c. Bespritzt dreimal. (Nach B. M. Duggar.)

am Platze gewonnenen Erfahrung sich berechnen läßt, mit einer pilztötenden Flüssigkeit, z. B. mit 1 % iger Bordeauxbrühe, und nehme nach weiteren 3—4 Wochen eine neue Bespritzung vor. In normalen Jahren dürfte für Norddeutschland die zur ersten Bespritzung geeignete Zeit, wenn es sich um Frühkartoffeln handelt, im allgemeinen in die letzte Woche des Juli fallen und für mittelfrühe und späte Kartoffeln 14 Tage später. Infolge der Bespritzung hält sich das Kraut 1—5 Wochen länger als sonst grün; auch wird durch dieselbe die Anzahl frischer und haltbarer Knollen, wie auch die Totalernte, vermehrt. — 8. Die Kartoffeln dürfen nicht zu früh geerntet werden, da die Luft mit Ansteckungsstoff aus nicht ganz verwelkten Blättern und Stengeln noch erfüllt ist. — 9. Man lagere die Kartoffeln trocken, um einer schweren nachträglichen Erkrankung im Winter vorzubeugen.

## Rotfäule der Kartoffel.

*Phytophthora erythroseptica* Peth.

Pethybridge, G. H., On the Rotting of Potato Tubers by a new Species of Phytophthora. Sci. Proc. R. Soc. Dublin, Vol. 13, Nr. 35, 1913, S. 529—565. — Further Observations on Ph. erythroseptica Peth. Ib., Vol. 14, Nr. 10, 1914, S. 179—198.

Murphy, P. A., The Morphology and Cytology of the Sexual Organs of Phytophthora erythroseptica Peth., Ann. Bot., Vol. 32, Nr. 125, 1918, S. 115—153.

Mit dem Namen Rotfäule könnte man eine in letzter Zeit entdeckte neue Kartoffelfäule bezeichnen, welche von der soeben beschriebenen Kraut- und Knollenfäule der Kartoffel in mehreren

**Fig. 40. Phytophthora erythroseptica. Kranke Kartoffelknolle; a. von außen gesehen; b. durchschnitten; der kranke Teil einige Stunden nach dem Durchschneiden rotbraun gefärbt. (Nach G. H. Pethybridge.)**

wichtigen Hinsichten abweicht. An dem oberirdischen Kraut sind die Symptome dieser neuen Krankheit, die an frühen Kartoffelsorten schon Ende Juli zum Vorschein kommen können, etwa dieselben wie bei der Stengelbakteriose der Kartoffel. Das Kraut wird gelbgrün bis gelb, die Blättchenränder nach oben und innen etwas zusammengefaltet, trocken und gekräuselt. Beim Durchschneiden der kranken Stammteile findet man die Gefäßbündel gebräunt. Bei sehr kräftiger Infektion fällt das ganze Kraut nieder. Der Hauptsitz des Pilzes findet sich indessen in den unterirdischen Teilen der Pflanze, besonders in den größeren

Knollen. In diesen beginnt die Fäule immer im Basalteile. Sie wird schon äußerlich durch eine etwas dunklere Farbe der Knollenbasis sichtbar und breitet sich von dort gegen die Spitze der Knolle aus. In einem jungen Krankheitsstadium findet man beim Durchschneiden der Knolle nach der Länge im ersten Anblicke keine scharfe Abgrenzung des kranken Knollenteiles von dem gesunden. Nach wenigen Minuten färbt sich aber beim Luftzutritte der basale kranke Teil der Schnittfläche bleichrot (wovon der Name „Rotfäule", engl. „Pink Rot"), und nach einigen Stunden nimmt dieselbe Flächenpartie eine braune bis schwarze Farbe an. Durch diese partielle Rotfärbung der Schnittfläche, welche Färbung auch bei Verletzung einzelner Knollen mittels der Geräte beim Ausgraben folgt, läßt sich diese Fäule von anderen Knollenkrankheiten leicht unterscheiden.

Die kranke Knolle zeichnet sich durch eine schwammartige, etwas elastische Konsistenz aus. Wird sie hart zusammengedrückt, so schwitzt sie eine wasserartige, sauer reagierende Flüssigkeit aus. Eine erkrankte Knolle, unter einer Glasglocke in Zimmertemperatur gelegt, fault in wenigen Tagen vollständig, wird „naßfaul" und verbreitet einen schwach stechenden Geruch, der an verdünnte Formalinlösung erinnert. Eine kranke unbedeckte Knolle schwitzt bald die innere Flüssigkeit aus, wird trocken und verwelkt, d. h. „trockenfaul".

Wenn eine kranke Knolle bis zur vollständigen Auflösung in der Erde gelassen wird, so bilden sich innerhalb ihrer Schale Oosporen, mehr oder weniger reichlich. Man hat die Keimung solcher Sporen beobachtet. Aus der zerfallenen Knolle gelangen die Sporen in die Erde.

Diese Krankheit wurde zuerst im Jahre 1909 in West-Irland entdeckt. Zwei Jahre später fand man dieselbe auch in Nord-Irland und im Jahre 1915 in Holland. An solchen Böden, wo Kartoffeln Jahr für Jahr gebaut werden, nimmt ihre Intensität jedes Jahr bedenklich zu. In schweren Fällen ist die Zerstörung bis 33 % der Ernte gestiegen. Eine Verbreitung der Krankheit durch Knollen ist nicht wahrgenommen worden. In Holland hat man diesen Pilz auch als Parasit auf *Atropa Belladonna* gefunden (Westerdyk und van Luijk, 1920).

Als Schutzmaßregeln gegen die Krankheit wird geraten, alle kranken Pflanzenteile auszugraben und zu vernichten und eine von Jahr zu Jahr fortgesetzte Kartoffelkultur auf ein und demselben Acker tunlichst zu vermeiden.

## Falscher Meltau der Runkelrübe.

*Peronospora Schachtii* Kühn.

Kühn, J., Der Meltau der Runkelrübe. Bot. Zeit., 1873, S. 499—502.
Eriksson, J., Zuckerrübenschimmel. Phytop.-Mitt., I, Ark. Bot., Bd. 19, No: 6, 1924, S. 24—26.

Fig. 41. Falscher Meltau der Runkelrübe. a. Junge Rübenblatt-Rosette mit zurückgerollten Blatträndern. — b. Eine wiederholt zweigeteilte Fruchthyphe mit Konidien. (Nach E. Rostrup.)

Das erste Krankheitssymptom zeigt sich im Frühjahre an einzelnen Blättern oder Blattrosetten am Kopfe der Samenrüben. Von da aus verbreitet sich die Krankheit auf die nahgelegenen Teile der neuangelegten Rübenfelder. Im jungen Zustande sind die erkrankten Blätter blaß und gekräuselt, mit zurückgerollten Rändern. In älteren Stadien sind sie fleischig angeschwollen, beiderseits, aber namentlich an der unteren Seite, von einem

aschgrauen oder gelblichen Schimmelüberzug bedeckt. Der graue Schimmel besteht aus wiederholt zweigeteilten Pilzfäden, die an den Spitzen eiförmige Konidien abschnüren, durch welche die Krankheit verbreitet wird. Die angegriffenen Blätter sterben vorzeitig ab. In älteren, verwelkten Blättern kommen zuweilen dickwandige, überwinternde Oosporen zur Ausbildung. Es wird angenommen, daß der Pilz auch im Kopf überwinternder Samenrüben als steriles Fadengewebe von Jahr zu Jahr fortlebt.

Fig. 42. Eine einzelne Rübenpflanze (mitten in einem sonst gesunden Rübenfelde) im Hochsommer vom Falschen Meltau befallen. (Orig.)

Die Intensität des Angriffes wechselt in verschiedenen Jahrgängen. In feuchten Jahren kann die Zerstörung bedeutend sein, in trockenen aber ist sie gering. In den Samenkulturen hemmt die Krankheit die Samenbildung. Auf schwer befallenen Feldern kann die Wurzelernte um 20 bis 30 % herabgesetzt werden.

Bisweilen trifft man im Hochsommer — Mitte oder Ende Juli — mitten auf einem Zuckerrübenfelde einzelne Pflanzen schwer pilzbefallen (in Schweden 1921 und 1922). Die Blätter im Zentrum der Blattrosette sind klein, dick, stark verschrumpft und ganz von grauem Pilzschimmel überdeckt. Es konnte indessen keine Verbreitung der Krankheit an den umgebenden Pflanzen im Laufe der Vegetationszeit konstatiert werden. In solchen Fällen dürfte wohl die Krankheit mit dem Samen hereingekommen sein.

*Schutzmaßregeln:* 1. Die zum Samenbau bestimmten Rüben nicht von solchen Äckern nehmen, die von der Krankheit befallen gewesen sind. — 2. Die Samenkultur von den Rübenäckern entfernt halten. — 3. Beim Auspflanzen der Samenrüben im Frühjahre alle verdächtigen Wurzeln kassieren.

## Falscher Meltau der Luzerne.

### *Peronospora Trifoliorum* De By.

Eriksson, J., Bladmögel ä luzern. K. L. Ab. Handl. o. T., Ärg. 29, 1890, S. 219—221.
Rostrup, E., Plantepatologi, 1902, S. 205—206.
Stewart, F. C., French, G. T. u. Wilson, J. K., Troubles of Alfalfa in New-York. N. Y. Agr. Exp. Stat., Bull. 305, 1908, S. 394.
Brittlebank, C. C., A new Luzerne Trouble. Journ. Agr. Vict., Vol. 10, 1912, S. 65—66.

Fig. 43. Falscher Meltau der Luzerne. a. Luzernblatt mit hellen Pilzflecken. — b. Fruchthyphe mit Konidien. — c. Konidie. d. Oospore. (Nach E. Rostrup.)

Der Pilz greift nicht nur die Blätter und Blattstiele, sondern auch den Stengel an. An den Blättchen entstehen blasse Flecke von verschiedener Größe, oft in der Form breiter, grauer Querbänder. Die Blättchen werden buckelig, eingerollt und verschrumpft. In schweren Fällen wird die ganze Pflanze verbildet. Es werden nur kurze, geschwollene Stammglieder und grau eingepuderte Blattrudimente ausgebildet. Die Pflanzen blühen nicht. Das ganze Luzernfeld sieht schon von Ferne buntblättrig aus. Die Blattflecke sind, namentlich an der Unterseite, von einem grauen oder blaulilafarbigen Schimmel bekleidet, dessen baumartig verzweigte Fäden an ihren äußersten Zweigspitzen fast kugelige Sporen abschnüren. In den verwelkten Organen, besonders in den toten Nebenblättern, findet man kugelige, dickwandige Oosporen. Mit diesen im Frühjahr auskeimenden Oosporen hält sich die Krankheit auf dem Felde von einem Jahre bis zum anderen.

Die Krankheit tritt aber auch an neuangelegten Luzerneackern im ersten Jahre auf, nach wiederholter, europäischer Erfahrung besonders auf amerikanischen Kulturstämmen der Luzerne. So zeigten sich in Dänemark in den Jahren 1884 und 1885 die Luzerneparzellen amerikanischen Ursprungs vom Pilze sehr stark befallen, während die nebenan, unter ganz gleichen Bedingungen gebauten Parzellen europäischen Ursprungs fast rein standen. In Schweden, bei Experimentalfältet (Stockholm), hatte man im Frühjahre 1889 ein kleines Luzernfeld angelegt. Der größte Teil des Ackers war mit Samen aus einer einheimischen Samenhandlung bestellt, nur fünf Saatreihen in der Mitte des Feldes mit Samen, direkt von Amerika (San Franzisko) importiert. Anfangs sahen die beiden Saatstämme gleich kräftig aus. Erst im Laufe des Sommers bekamen die amerikanischen Pflanzen ein mehr und mehr kränkliches Aussehen. Jede Pflanze dieses Stammes wurde von Pilzschimmel überdeckt, während die umgebenden Pflanzen des europäischen Stammes rein standen. Der Strich der kranken Reihen war in ziemlicher Entfernung als grau sichtbar, während das übrige Feld tiefgrün und gesund aussah. Vom gesunden Stamme wurden zwei gute Grünfuttererernten genommen, die letzte Ende September, ganz rein, vom amerikanischen aber nur eine sehr schwache Ernte im Hochsommer; im Herbste waren die meisten Pflanzen abgestorben. Es läßt sich aus diesen Beobachtungen schließen, daß die Krankheit durch infizierte Samen verbreitet werden kann.

Ob die ähnlichen Pilzformen auf *Medicago falcata* und *M. lupulina*, sowie auch die Formen verschiedener Spezies der Gattungen *Trifolium, Lotus, Melilotus, Astragalus, Ononis* und *Coronilla*, mit der oben beschriebenen voll identisch sind, ist noch nicht festgestellt.

Diese Pilzspezies, schon im Jahre 1863 beschrieben, wurde als Luzernetöter zuerst aus England im Jahre 1884 gemeldet. Man kennt sie aus Dänemark seit dem Jahre 1885 und aus Schweden seit dem Jahre 1889. In Nordamerika hat sie sich seit dem Jahre 1907 mehr und mehr verbreitet, so daß dieselbe im Jahre 1913 von New York bis California allgemein vorkam. In Australien (Victoria) machte sie im Jahre 1911 ihren Eintritt.

*Schutzmaßregeln:* 1. Sehr sorgfältig dafür sorgen, daß nur solche Samen, die aus reinen Luzernekulturen stammen, zur Aussaat Verwendung finden und speziell in Nordamerika produzierte Samen vermeiden. — 2. Im ersten Jahre erkrankende Luzernefelder nicht liegen lassen, sondern aufpflügen.

**Peronospora Viciae** (Berk.) de By. auf zahlreichen Arten von *Vicia, Pisum, Lathyrus, Ervum, Orobus* u. a. Diese Art bildet an der Unterseite der Blätter dichte, grauviolette Schimmelflecke oder zusammenhängende Schimmelfelder. Der Schimmel besteht aus wiederholt zweigeteilten Fäden, die an den Zweigspitzen Konidien abschnüren. In Innern des kranken Blattgewebes werden die überwinternden Oosporen entwickelt. Oft wird die Ernte, besonders bei mehreren Arten von *Vicia* und *Lathyrus*, durch den Angriff nicht unbedeutend verringert.

Fig. 44. Falscher Meltau der Erbse. (Nach E. Rostrup.)

**Peronospora parasitica** (Pers.) de By. bildet an den oberirdischen Organen zahlreicher Cruciferen einen schneeweißen Schimmel. Die Luftsporenträger sind mehrfach verzweigt, die Zweigspitzen je eine elliptoidische Spore tragend. An Stengel und Blütenstielen entstehen oft gallenartige Anschwellungen, in deren Innerem zahlreiche Oosporen gebildet werden. Der Pilz befällt zahlreiche Kohlformen, wie Blumenkohl, Rosenkohl, Kohlrabi, Turnips, Raps und Rübsen, außerdem im Gemüsegarten Rettig, Radieschen und Senf und im Blumengarten *Mathiola-, Cheiranthus-* und *Hesperis*-Arten, sowie auch zahlreiche wilde Arten der Gattungen *Capsella, Thlaspi, Draba, Lepidium, Cardamine, Sinapis, Erysimum, Sisymbrium, Alliaria, Dentaria* u. a. Nach neueren Untersuchungen sind die Pilzformen der einzelnen Nährpflanzenarten unter einander nicht nur durch biologische Eigenschaften, sondern auch durch morphologische Kennzeichen, wie Form und

Größe der Luftsporenträger, Dimensionen der Luftsporen und Skulptur und Durchmesser der Oosporen, etwas verschieden, infolgedessen man nicht weniger als 52 verschiedene Formen, diese nach ihren Wirtspflanzen (z. B. *Peronospora Brassicae, P. Alliariae* usw.) benannt, unterschieden hat, die in künstlichen Kulturen sich meistenteils an ihren bestimmten Nährpflanzenarten scharf fixiert gezeigt haben (Gäumann, 1918). Dieser Pilz ist aus allen Ländern der Welt bekannt. Nicht selten tritt er mit dem Weißen Rost *(Cystopus candidus* (Pers.) Lev.) gesellig zusammen.

Andere Peronospora-Arten, die Landbaupflanzen beschädigen, sind die folgenden: **Peronospora obovata** Bon. auf *Spergula arvensis* und *Sp. pentandra;* die Stengel und Blätter grauschimmelig, früh welkend. — **P. arborescens** (Berk.) de By. an Keimpflanzen, gelegentlich auch an jungen Blütenstielen von *Papaver somniferum, P. Rhoeas* u. a.; befallene Blütenstiele zeigen oft gallenartige Verdickungen nebst Hin- und Herkrümmungen. — **P. cannabina** Otth. auf *Cannabis sativa;* die Blätter zeigen gelbe Flecken, die an der Unterseite, besonders in den Nervenwinkeln, von einem schwarzgrauen Schimmel bedeckt sind. — **P. Maydis** Rac. auf *Zea Mays;* die Blätter junger Maispflanzen nehmen eine grünlich-weiße Farbe an; bald wird der Stengel faul und die ganze Pflanze fällt um. — **Pseudoperonospora Humuli** (Miyabe u. Takab) Wils. befällt die Blätter und die Zapfen des Hopfens. An der Blattoberseite erscheinen rotbraune, winkelförmige Flekken, die unten einen Flaum verzweigter Luftsporenträger des Krankheitserregers tragen. Die Fruchtdeckblätter werden braun und trocken, zuletzt ganz zerstört. Die Luftsporen keimen als Zoosporangien aus. Die Krankheit wurde zuerst in Japan im Jahre 1905 entdeckt. In England ist sie seit dem Jahre 1923 an mehreren Orten (Garden of Wye College, Kent, usw.) aufgetreten und hat sich jedes Jahr mehr und mehr verbreitet. In Württemberg wurde sie im Jahre 1924 wahrgenommen. Der Pilz ist mit dem Falschen Meltau der Nessel nahe verwandt, vielleicht damit identisch (Salmon u. Ware, 1925). — **Plasmopara nivea** an Möhre und Pastinake, die Blätter sind an der Unterseite von schneeweißem Schimmel bedeckt und werden bald welk.

**Sclerospora graminicola** (Sacc.) Schröt. var. *Setariae-italicae* Trav. befällt die Blätter der Kolbenhirse *(Setaria italica)*. Die Blätter werden stark verdickt und eingerollt. An deren Oberfläche tritt ein spärlicher Schimmel auf, gebildet von dicken, baumartig verzweigten Pilzfäden mit kurzen Seitenzweigen, welche Luftsporen abschnüren. Dauersporen werden in reichlicher Menge im Inneren der angeschwollenen Partien gebildet und schließlich

Fig. 45. a. Sclerospora macrospora am männlichen Blütenstand des Maises. — b. und c. S. graminicola var. Setariae-italicae auf Kolbenhirse. b. Fruchthyphe mit Konidien, c. Blattstück mit Oosporen. (a. nach G. D'Ippolito und G. B. Traverso; b. und c. nach A. Fischer)

als eine braune pulverartige Masse entleert. Der Blütenstand reicht oft aus der Scheide nicht hinaus (Traverso, 1902; Peglion, 1910; Weston, 1924). — **S. macrospora** Sacc. greift die männlichen Blütenstände der Maispflanze an und veranlaßt die Entstehung kleiner, grüner Blätter anstatt normaler Blüten („Vergrünung"). Die Bildung der Luftsporen geschieht nur in der Nacht. Die Luftsporen keimen als Sporangien aus. Im Inneren der Blatteile der oberen Ährchen werden Oosporen gebildet. Die

Krankheit ist in Italien beobachtet worden. Dieselbe Pilzart soll eine in Italien und Frankreich gefundene Verbildung („Kräuselung") an Weizenähren verursachen. Die Ähren werden blaugrün, fleischig geschwollen. Bisweilen vergrünen sie. Zum Teil sind sie von dem obersten, verbildeten Blatte umschlossen (Traverso, 1903; Arnaud, 1916; Weston, 1924).

## Weißer Rost der Kreuzblütler.

*Cystopus candidus* (Pers.) Lév.

Wager, H., On the Structure and Reproduction of Cystopus candidus Lév. Ann. of Bot., Vol. 10, 1896, S. 295—342.
Eberhardt, A., Contribution à l'étude de Cystopus candidus Lév. Zentr.-Bl. Bakt., Abt. 2, Bd. 12, 1904, S. 235—249, 426—439, 614—631, 714—725.
Melhus, J. E., Experiments on spore germination and infection in certain species of Oomycetes. Wisc. Agr. Exp. Stat. Res., Bull. 15, 1911, S. 25—91.
Pape, H. u. Rabbas, Infektionsversuche mit Cystopus candidus Pers. Mitt. Biol. R.-Anst., Land- und Forstw., H. 18, 1920, S. 58—59.

Die der Gattung *Cystopus*, auch *Albugo* genannt, angehörigen Pilzformen unterscheiden sich von den beschriebenen Blattschimmelpilzen dadurch, daß die fruktifikativen Mycelzweige von außen nicht sichtbar sind, sondern unter der krustenförmig aufgeblasenen, weißglänzenden Oberhaut verborgen bleiben. Man findet sie dort als kurze, unverzweigte, dicht zusammengedrängte Fäden, die an der Spitze perlschnurförmig gereihte Vermehrungszellen abschnüren. Der Pilz befällt alle Organe der Nährpflanze, den Stengel, die Blätter, die Blütenstiele und die Fruchtlappen. Zuletzt platzt die Haut auf und das weiße Sporenmehl tritt frei heraus. Die kranke Pflanze sieht wie mit Kalk bespritzt aus. Die Sporen keimen meistenteils durch Zerteilung des Inhaltes zu Zoosporen, die zwei Geißeln besitzen und nach kurzem Schwärmen auskeimen. Im Inneren des kranken Gewebes entwickeln sich dickwandige, gelbe bis braune Oosporen, die zur Überwinterung bestimmt sind.

Diese Weißrostart kommt teils an vielen wilden Kreuzblütlern, z. B. an Arten der Gattungen *Capsella*, *Thlaspi*, *Sinapis* usw. häufig vor, teils tritt sie manchmal auf an mit denselben verwandten gebauten Pflanzenformen, wie Kohl, Kohlrübe, Weiße

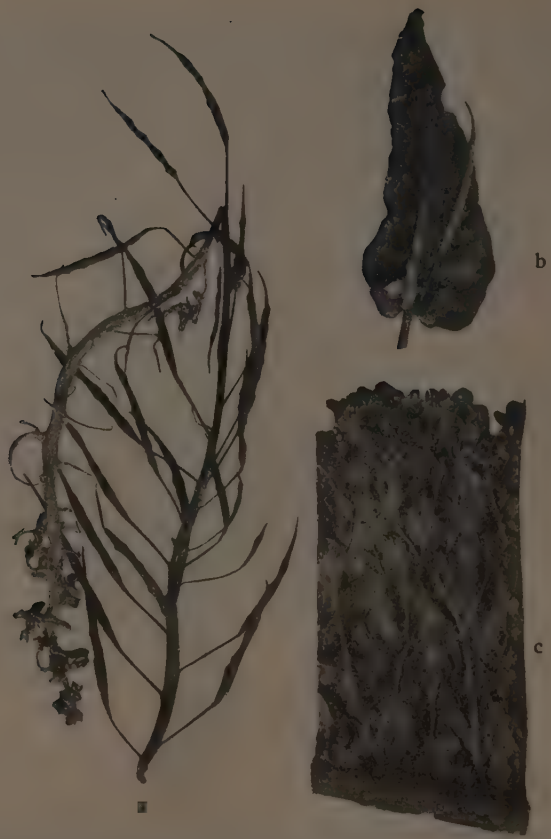



Fig. 46. Weißer Rost auf Weißer Rübe. a. Unreife Früchte mit Pilzgeschwülsten. — b. Befallene Blätter in jüngeren und c. in älteren Stadien. (Orig.)

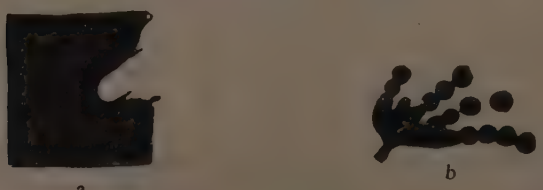



Fig. 47. a. Blattstück mit zwei Pusteln von Cystopus candidus, die eine geplatzt. — b. Pilzfäden mit Vermehrungszellen. (Nach O. Kirchner und H. Boltshauser.)

Rübe, Raps, Senf, Leindotter usw. Die auf den verschiedenen Nährpflanzenarten auftretenden Pilzformen scheinen biologisch verschieden zu sein. Diese Krankheit verursacht in der Regel an landwirtschaftlichen Gewächsen keinen größeren Verlust.

## II. *Basidiomycetes.*

Hauptfruchtformen aus Konidienträgern oder davon abgeleiteten Basidien bestehend.

### a) Ustilaginaceae. — Brandpilze.

Tulasne, L. R. u. C., Mémoire sur les Ustilaginées comparées aux Uredinées. Ann. Sc. Nat. Bot., Ser. 3, 1847, S. 12—127.

de Bary, A., Untersuchungen über die Brandpilze und die durch sie verursachten Krankheiten der Pflanzen, mit Rücksicht auf das Getreide und andere Nutzpflanzen. 1853, S. 1—144.

Brefeld, O., Die Brandpilze. Untersuchungen aus dem Gesamtgebiete der Mykologie. H. 5, 1883, S. 1—220; — H. 8, 1889, S. 1—305; — H. 11, 1895, S. 1—98; — H. 12, 1895, S. 94—236; — H. 13, 1905, S. 1—75; — H. 14, 1908, S. 1—256.

Plowright, C. B., A monograph of the British Uredineae and Urtilagineae, 1889.

Rostrup, E., Ustilagineae Daniae. Bot. For. Tidskr., 1890, S. 117—168.

Mc. Alpine, D., The Smuts of Australia, their structure, life-history, treatment and classification. 1910, S. 1—285.

Schellenberg, H. C., Die Brandpilze der Schweiz. Beitr. Krypt.-Fl. Schweiz, Bd. 3, H. 2, 1911, S. 1—180.

Liro, J. I., Die Ustilagineen Finnlands. Ann. Ac. Sc. Fenn., Ser. A., T. 17, Nr. 1, 1921, S. 1—630.

Diese Pilze sind echte Parasiten, deren feines Fadengewebe durch die ganze Pflanze hindurch sich ausbreitet, zunächst ohne den normalen Wuchs der Pflanze merklich zu beeinträchtigen. Der Pilz wächst bis in die Teile, meistens den Blütenstand, hinein, woselbst die Sporenbildung stattfinden soll. Dort richtet der Pilz gewöhnlich eine völlige Verwüstung an. Die Sporen treten als eine braun-schwarze, staubige Masse in langgezogenen, aufplatzenden Streifen an den Scheiden und Spreiten der Blätter hervor oder erfüllen gänzlich die Geschlechtsteile der Blüte, die Staubfäden und die Früchte.

Die Sporen sind kugelförmig und mit einer dicken Wand versehen, die oft warzen- oder netzförmige Erhöhungen trägt. In der Regel erscheinen die Sporen jede für sich getrennt. Bis-

weilen sind jedoch deren mehrere scheinbar zusammengewachsen. Sie keimen entweder sofort, oder auch verhalten sich wie Dauersporen; im letzteren Falle können sie ihre Keimfähigkeit mehrere — wie angegeben wird, sogar bis zehn — Jahre hindurch beibehalten.

Bei der Keimung der Sporen tritt entweder ein Keimschlauch hervor, der, wenn die Keimung an der Oberfläche der Wirtspflanze stattfindet, unmittelbar in diese eindringt und in derselben sogleich ein Mycel ausbildet, oder es entsteht ein ganz kurzes, dickes Schlauchgebilde (Basidium), das Sporen (Basidiosporen) abschnürt. Wenn die Keimung in einer besonders zubereiteten, für den Zweck geeigneten Nährflüssigkeit, wie z. B. Extrakt von Pferdemist, geschieht, so tritt eine reichliche Sprossung ein, die ganz ähnlich der bei den Hefepilzen stattfindenden ist. Diese Bildung von Sproßzellen scheint, solange Nahrung vorhanden ist, fast ins unbegrenzte fortgesetzt werden zu können. Durch solche Kulturen können sehr junge Teile einer Pflanze, welche für diese Pilzform empfänglich ist, angesteckt werden.

## Steinbrand. — *Tilletia.*

Die Sporen sind einfach, mit Warzen bekleidet, selten glatt. Bei der Keimung entwickelt sich eine kurze Basidie, die an der Spitze einen Kranz fadenförmiger Basidiosporen trägt, die oft in der Mitte paarweise zusammengeschmolzen sind, und die entweder Keimfäden direkt entsenden oder auch Sproßzellen erzeugen, welche dann keimen.

### Steinbrand des Weizens.

*Tilletia Tritici* (Bjerk) Wint. und *T. laevis* Kühn.

Prévost, B., Mémoire sur la cause immediate de la Carie ou Charbon des Blés. 1807. S. 1—30.

Kühn, J., Die Anwendung des Kupfervitrioles als Schutzmittel gegen den Steinbrand des Weizens. Bot. Zeit., Jahrg. 31, 1873, S. 502—505.

v. Tubeuf, C., Studien über die Brandkrankheiten des Getreides und ihre Bekämpfung. Arb. Biol. Abt., Land- u. Forstw., Bd. 2, 1902, S. 179—327; — Weitere Beiträge etc. Ib., S. 437—467.

Brefeld, O., Über die Brandkrankheiten des Getreides, ihre natürliche Verbreitung und ihre Verhütung. Jahrb. D. Landw. Ges., Bd. 22, 1907, S. 75—89.

Appel, O., Aussprache über die bei den verschiedenen Methoden der Brandvertilgung bei Kulturpflanzen gemachten Erfahrungen. Jahrb. D. Landw. Ges., Bd. 24, 1909, S. 319—333.
Potter, A. A. u. Coons, G. W., Differences between the species of Tilletia on Wheat. Phytop., Vol. 8, 1918, S. 106—113.
Woolman, H. M. u. Humphrey, H. B., Summary of literature on Bunt, or Stinking Smut, of Wheat. U. St. Dep. Agr., Dep. Bull. 1210, 1924, S. 1—44, [404 Lit.-Nr.]
Woolman, H. M. u. Humphrey, H. B., Studies in the Physiology and Control of Bunt, or Stinking Smut, of Wheat. Ib., Bull 1239, 1924, S. 1—29.
Stakman, E. C., Lambert, E. B. u. Flor, H. H., Varietal restistance of Spring Wheats to Tilletia levis. Journ. Agr. Res., Minn. Agr. Exp. Stat., N:o 489, 1924, S. 307—317.

Die durch diese Pilze befallenen Weizenpflanzen unterscheiden sich während des Wachstums nicht merklich von den gesunden. Erst nach erfolgtem Fruchtansatz, namentlich gegen die Reifezeit, machen sie sich durch mehr ausgespreizte Spelzen, sowie durch kürzere und dickere Körner bemerkbar. In der Regel sind sämtliche Ähren der Pflanze und sämtliche Körner einer Ähre krank. Seltener trifft man kranke und gesunde Körner durcheinander in ein und derselben Ähre. Zur Reifezeit sind die brandigen Körner an der Oberfläche grau und mit einer braunschwarzen Staubmasse angefüllt. Sie haben einen stinkenden, an Heringslake erinnernden Geruch; daher auch der Name „Stinkbrand".

Die Krankheit wird durch eine der beiden folgenden Pilzarten *Tilletia Tritici* mit warzenartigen Erhöhungen an den Sporen und *T. laevis* mit glatten Sporen hervorgerufen. Die erstgenannte Art ist in der Regel die weitaus häufigere.

Die Schale der Brandkörner platzt von selbst nicht, sondern die ganzen Körner werden zusammen mit den gesunden in die Scheune gebracht. Erst beim Dreschen werden sie zum Teil zerdrückt, und der schwarze Sporenstaub wird verbreitet. Sporen bleiben dabei leicht an den gesunden Körnern, besonders am Haarschopf ihrer Spitze, haften. Angesteckte Weizenkörner, wie auch das von brandigem Weizen gewonnene Mehl, bekommen einen widerlichen, an Heringslake erinnernden Geruch (Trimethylamin).

Durch so angesteckte Körner wird die Krankheit auf die nächstjährige Saat übertragen. Wenn das Weizenkorn keimt,

so keimen an dessen Schale auch die Brandsporen. Diese bilden dabei einen kurzen Schlauch, der an seinem Ende einen Kranz langer, schmaler Sporen trägt, die entweder direkt oder mittels abgeschnürter Konidien Keimschläuche in den Weizenkeimling treiben. Eine solche Krankheitsüberführung ist als Korninfektion („Triebinfektion") zu bezeichnen.

Fig. 48. Steinbrand des Weizens. a. Brandige Ähre von unbegranntem Weizen. — b. Brandige Ähre von begranntem Weizen. — c. Zwei Brandkörner, ein ganzes und ein quer durchschnittenes. — d. Drei Sporen. — e. Gekeimte Spore. (a. und b. Orig.)

Neben dieser Infektion kann indessen auch unter gewissen Umständen eine Ansteckung des jungen Keimlings durch eventuell im Boden befindliche Sporen, eine sog. Bodeninfektion, stattfinden, wie durch umfassende, in Nordamerika während der

Jahre 1913—1921 ausgeführte vergleichende Versuche als sicher bewiesen betrachtet werden kann. Brandige Weizenähren, die von der Erntezeit des einen Jahres an bis zum nächsten Frühjahr auf dem Felde gelegen hatten, wurden im nächstfolgenden Herbste zerbröckelt und ihr Sporenstaub mit dem Boden vermischt, mit dem Erfolg, daß, trotzdem das benutzte Saatgut vollständig brandfrei war, die neue Ernte mehr als 50 % Brandähren zeigte. Wurden aber vor dem Aussäen des Saatgutes die in der oberen Bodenschicht vorhandenen Brandsporen durch die Hitze von einer genügend dicken, ausgebreiteten, angezündeten Halmdecke abgetötet, so wurde die neue Ernte brandfrei. Eine partielle Reduktion des Infektionsvermögens der im Boden gelagerten Sporen wurde auch durch kräftige Kandierung des Saatguts mit Kupfersulfatlösung erzielt (Woolman u. Humphrey, 1924).

Die Fortdauer der Keim- und Infektionsfähigkeit der Brandsporen ist wesentlich davon abhängig, wie dieselben aufbewahrt worden sind. Im Freien unter den für Auskeimung allergünstigsten Wärme- und Feuchtigkeitsverhältnissen keimen sie binnen 30—60 Tagen sämtlich aus, und ist folglich nach dieser Zeit keine Ansteckung der Weizenkeimlinge zu befürchten. Im Freien überwintert haben sich isolierte Sporen im nächsten Frühjahr in der Regel weder keim- noch infektionsfähig gezeigt. Vom Herbste des Produktionsjahres an in zuerst wohl trockenem und dann stets gefrorenem Boden überwinterte Sporen aber waren im neuen Jahre sowohl keim- wie infektionsfähig. Im trockenen Zimmer (im Herbarium) aufbewahrt, waren die Sporen sogar nach 12 Jahren keimfähig.

In Nordamerika hat man zwischen den beiden steinbranderregenden Pilzarten noch andere Differenzen als die der Wandstruktur der Sporen wahrnehmen können. Die von *Tilletia Tritici* befallenen Weizenhalme wachsen niedriger, haben die Ähren breiter, die Ährchen dicht gedrängt, stark ausgesperrt und die Körner dick angeschwollen. Die von *T. laevis* befallenen Halme dagegen wachsen länger und entwickeln schmälere Ähren, Ährchen und Körner (Potter u. Coons, 1918).

Verschiedene Weizensorten, namentlich von Sommerweizen, sind in ungleichem Grade für die Krankheit empfänglich. Aber

auch bei ein- und derselben Sorte kann die Stärke des Angriffes in verschiedenen Jahren wechseln. Von besonderer Bedeutung sind dabei die Temperaturverhältnisse bei oder gleich nach der Saat. Ist die Temperatur zu dieser Zeit niedrig, so wird der Keimungsverlauf verlangsamt und dadurch auch die Zeitdauer, in der die Keimpflanze für Ansteckung empfänglich ist, verlängert. Späte Saat des Winterweizens und frühe Saat des Sommerweizens begünstigt deshalb die Fortschritte der Krankheit (Hecke, 1909).

a b c

Fig. 49. Weizenähren („Red Rock Winter Wheat") a. von Tilletia laevis und c von T. Tritici befallen; b. gesund. (Nach A. A. Potter u. G. W. Coons.)

Man hat bisweilen in Verdacht gehabt, daß Fütterung mit brandigem Weizen Krankheiten der damit gefütterten Tiere (Pferde, Rinder, Schweine, Hühner und Tauben) verursacht: dies scheint jedoch nicht der Fall zu sein. Man hat keine Verschlechterung in dem allgemeinen Gesundheitszustand der damit gefütterten Tiere entdecken können, hat auch keine krankhaften Bildungen in deren inneren Organen gefunden (Bandys, 1921).

Diese Krankheit läßt sich weit über 2000 Jahre zurück, bis zur Zeit des griechischen Gelehrten Theophrastus Eresius, der zwischen 371 und 286 v. Chr. lebte, verfolgen. Man hielt sie lange als ein Strafgericht der Götter über die Ruchlosigkeit der Menschen oder als den Erfolg umgebender, ungünstiger Einflüsse. Ihren parasitären Charakter wies zuerst M. Tillet 1755 experimentell nach. Ihre pilzliche Natur wurde 1807 von L. B. Prevost bewiesen. Daß die Krankheit durch infizierte Weizenkeimlinge entsteht, zeigte J. Kühn 1858. Das Verwenden von Kupfersulfatlösung als Beizmittel des Saatgutes, um der

Krankheit vorzubeugen, wurde zuerst von H. Schultheß 1761 angeregt, und etwa hundert Jahre später, 1866, von J. Kühn ein Rezept für solche Beizung gegeben. In neuerer Zeit hat man zahlreiche neue Beizflüssigkeiten und Beizverfahren geprüft und mehr oder weniger effektiv gefunden, wovon unten näheres.

*Schutzmaßregeln:* Man nehme den Saatweizen von Äckern, die in dem betreffenden Jahre frei von der Krankheit waren. Steht kein brandfreies Saatgut zur Verfügung, sind nachstehende Vorsichtsmaßregeln zu befolgen.

1. Waschen des Saatweizens. Sind in der Saat ganze Brandkörner vorhanden, so empfiehlt es sich, zuerst diese abzutrennen, indem man den Weizen in einen Bottich mit Wasser nach und nach in kleinen Mengen unter häufigem Umrühren schüttet. Die Brandkörner, die leichter sind, schwimmen an der Oberfläche und können dann abgegossen oder abgeschöpft werden.

2. Abtötung der am Saatgut haftenden Pilzsporen. Da trotz dem Waschen Brandsporen an den Körnern, besonders im Haarschopf ihrer Spitze, sitzen bleiben, muß man versuchen, das Saatgut möglichst gründlich von den Sporen zu säubern. Man hat dabei zwischen verschiedenen Methoden zu wählen.

a) Beizung mit Kupfervitriollösung. Man löst ½ kg Kupfervitriol in 100 l Wasser. Der Vitriol wird in einen Leinwandsack gelegt, der unter der Wasseroberfläche gehalten wird, bis der Vitriol vollständig gelöst ist. Die Lösung wird dann gut umgerührt, und der Weizen eingeschüttet, jedoch wird nur so viel davon hineingetan, daß die Flüssigkeit handhoch über den Körnern steht. Das Saatgut wird mehrere Male gut umgerührt. Nach 12—14 Stunden gießt man die Flüssigkeit ab, schüttet die Saat auf den vorher mit Kupfervitriol sorgfältig abgewaschenen Scheunenboden zu einem Haufen aus und bespritzt sie dort mit Kalkmilch, die aus 1 kg frisch gebranntem Kalk in 100 l Wasser zubereitet ist. Danach werden die Körner zum Trocknen dünn ausgebreitet und, wenn sie genügend trocken geworden sind, ausgesät. Empfehlenswert ist, die Säcke, bevor sie zur Fortschaffung des Saatgutes benutzt werden, mindestens 12

Stunden lang in 2%iger Vitriollösung liegen und dann trocknen zu lassen.[1])

b) Beizung mit Bordeaux-Brühe. In einem Bottich werden 2 kg Kupfervitriol in 50 l Wasser gelöst. In einem anderen Bottich wird Kalkmilch in der Weise zubereitet, daß 2 kg frisch gebrannter Kalk zuerst mit Wasser angefeuchtet wird, bis er in ein weißes Pulver zerfällt, und dann in 50 l Wasser ausgerührt wird. Beide Lösungen werden darauf in gleich starken Strahlen gemischt. Die so zubereitete Bordeaux-Brühe muß eine schön blaue Farbe haben, blaues Lackmuspapier röten und beim Stehenlassen einen blauen Bodensatz abscheiden. In diese Lösung wird ein aus Weiden geflochtener, mit grober Leinwand inwendig bekleideter Korb gesenkt. Darauf schüttet man das Saatgut in den Korb und rührt einigemal um, schöpft dann die an die Oberfläche gelangenden Brandkörner und Sporen ab, hebt nach 10—15 Minuten den Korb auf und breitet die Saat zum Trocknen aus. Durch diese Behandlung werden die Körner mit einer dünnen Salzkruste überzogen („kandiert"), die an denselben noch bei der Aussaat sitzen bleibt und bei eintretender Keimung ihre sporentötende Wirkung geltend macht.

c) Beizung mit Formalinlösung. Von der käuflichen Formaldehydlösung (Formalin, Formal) werden 250 g mit 100 l Wasser in einem Bottich gut gemischt. In diese Lösung läßt man das Saatgut in dünnem Strahl hineinlaufen, so daß etwaige Brandbutten und taube oder leichte Körner an die Oberfläche kommen, von der sie mit einem Sieblöffel abgeschöpft und am besten durch Verbrennen vernichtet werden. Das in der Beizflüssigkeit befindliche Getreide wird wiederholt kräftig umgerührt. Nach ½ Stunde wird die Beizflüssigkeit abgelassen und das Getreide möglichst flach zum Trocknen ausgebreitet. Ein flaches Aus-

[1]) Die Behandlung mit Kupfervitriol wird insofern nachteilig, als die Keimfähigkeit der Saat, besonders wenn diese mit Maschine gedroschen ist, etwas herabgesetzt wird und die nach solcher Behandlung übriggebliebenen Reste als Nahrungsmittel nicht verwendet werden können, weil sie giftig sind.

breiten ist unbedingt nötig, damit das Formaldehyd rasch verdünstet und eine die Keimung schädigende Nachwirkung ausgeschlossen wird. Ebenso ist zu vermeiden, mit Formaldehyd gebeiztes Getreide längere Zeit bis zur Aussaat aufzuheben, da dann ebenfalls sehr schwere Keimschädigungen auftreten.

d) Heißwasser-Behandlung. Bei dieser Methode wird das Saatgut in einen inwendig mit Leinwand bekleideten Weidenkorb oder in locker gewebte Säcke geschüttet, und diese in Wasser von etwa 50° C hineingesenkt. Wenn die Temperatur dabei sinkt, gibt man vorsichtig heißes Wasser zu, bis die Temperatur im Bottich den genannten Grad erreicht hat, oder auch kann man die Saat vorher einigemal nacheinander in Wasser von 40—45° C eintauchen. Die Saat bleibt in dem warmen Wasser 10—15 Minuten lang liegen und wird dann ausgeschüttet und in der Luft schnell zum Trocknen gebracht. — Da diese Behandlung, um richtig ausgeführt zu werden, mehr Zeit und Mühe erfordert, als die Landwirte im allgemeinen darauf verwenden wollen, hat man in verschiedenen Ländern besondere Maßnahmen getroffen, damit die Methode in die große Praxis eingeführt werde. So hat man in Dänemark gewisse Meiereien, die heißes Wasser, erforderliche Bottiche u. dgl. sich leicht verschaffen können und die ein Personal, das bei bestimmten Wärmegraden zu arbeiten gewohnt ist, zur Verfügung haben, dazu bewogen, gegen Entgelt die Desinfektion auszuführen. In Deutschland sind verschiedene Apparate konstruiert worden. In dem Apparat von Appel u. Gaßner wird heißes Wasser durch das Saatgut geleitet. Mit diesem Apparat kann man in einem Tage 50 hl Saat desinfizieren.

e) Beizung mit Uspulun. Uspulun ist ein schmutzig-graues Pulver, das von der Firma Farbenfabriken vorm. Friedr. Bayer in Leverkusen, Rhein, hergestellt und vertrieben wird. Uspulun ist als Beizmittel ungefähr 12 Jahre bekannt. Der wirksame Bestandteil ist Chlorophenol Quecksilber. — Beim „Tauchverfahren" bringt man das Saatgut in einen Bottich und gießt dann soviel Uspulun-Lösung von

250—500 g Uspulun zu 100 l Wasser darüber, daß diese handhoch über dem Saatgut steht. Man rührt öfters mit einem Stock kräftig um. Die Flüssigkeit läßt man 1 Stunde lang einwirken, wonach man dasselbe auf sauberem Speicherboden zum Trocknen luftig ausbreitet. — Bei dem „Benetzungsverfahren" gießt man in einen Eimer 10 l Wasser und löst darin 50 gr Uspulun. Die Lösung füllt man in eine Gießkanne und überbraust damit 100 kg Saatgut unter Umschaufeln, bis dieses gleichmäßig durchfeuchtet ist. Das gebeizte Saatgut läßt man dann 8—12 Stunden mit sauberen Säcken od. dgl. bedeckt liegen und breitet danach dasselbe zum Trocknen luftig aus. — Das Benetzungsverfahren scheint gegenüber dem Weizensteinbrand etwas unsicher zu sein, da sehr leicht Mißerfolge eintreten. Zuverlässiger ist dagegen das Tauchverfahren, besonders wenn die stärkere ½% ige Uspulunlösung in Anwendung kommt. — Übriggebliebenes, mit Uspulun gebeiztes Saatgut kann nach gründlicher Waschung an Geflügel in nicht zu großen Mengen verfüttert werden.

f) Beizung mit Germisan. Germisan ist ein rotes Pulver, hergestellt und in den Handel gebracht von der Saccharinfabrik, Aktiengesellschaft, vorm. Fahlberg, List & Co., Magdeburg-Südost, seit etwa sechs Jahren im Handel. Der wirksame Bestandteil ist Cyanmercurioreosolnatrium. Germisan wirkt gegen Weizensteinbrand, wenn das Saatgut frei von Brandkörnern („Butten") ist, voll zuverlässig. — Im „Benetzungsverfahren" verwendet man auf 100 kg Saatgut 50 bis 60 gr Germisan in 10—12 l Wasser. Das Saatgut wird anfangs nur mit der einen Hälfte der Lösung überbraust und der Rest unter fleißigem Umschaufeln langsam dem zu beizenden Saatgute zugegeben. Die Dauer des Umschaufelns beträgt, je nach der Menge des Saatgutes, ½—1 Stunde. Danach überdeckt man das gebeizte Saatgut mit in die Flüssigkeit getauchten Säcken oder Planen und läßt es 6—8 Stunden liegen. Hierauf breitet man es zum Trocknen dünn aus. — Im „Tauchverfahren" verwendet man Germisan in ¼ % iger Lösung, also 250 gr Germisan auf 100 l Wasser. — Die Beizung mit Germisan kann man mehrere Monate vor der Aussaat des Weizens ausführen. Reste gebeizten

Saatgutes kann man mit anderen Futtermitteln zusammen bis zu 50 gr täglich an Hühner und bis zu 1 kg täglich an Schweine verfüttern.

g) Beizung mit Weizenfusariol. Weizenfusariol ist ein hell-grünlichblaues Pulver, wird hergestellt und in den Handel gebracht von der Chemischen Fabrik W. C. Fikentscher, Marktredwitz, Bayern, und ist etwa 6 Jahre im Handel. Seine wirksamen Bestandteile sind Sublimat und Kupfersulfat. — Im „Benetzungsverfahren", dem nach der Vorschrift der Herstellerin, im Falle, daß Brandbutten vorhanden sind, ein Waschen des Getreides vorangehen soll, verwendet man auf 100 kg Saatgut den Inhalt einer 2 Ztr.-Packung in 16 l Wasser. Das Verfahren ist dasselbe, wie beim Germisan beschrieben. Hierbei ist aber zu beachten, daß spätestens 1 Stunde nach Zufügung der Beizflüssigkeit das Saatgut unter allen Umständen in möglichst dünner Schicht auf vorher mit der Beizflüssigkeit gereinigtem Boden zum Trocknen ausgebreitet wird, da sonst Keimschädigungen eintreten können. Zur Beschleunigung der Trocknung ist mehrmals umzuschaufeln. Weiter ist zu beachten, daß bei der Beizung mit Weizenfusariol nur hölzerne Geräte benutzt werden, da sich sonst das Beizmittel zersetzt und unwirksam wird. Nach sorgfältiger Trocknung kann mit Weizenfusariol gebeiztes Getreide längere Zeit aufbewahrt werden, ohne Schaden zu leiden, und kann dann auch mit anderem Futter ohne weiteres an größere Tiere, nicht aber an Geflügel verfüttert werden. — Auch im „Tauchverfahren" kann Weizenfusariol verwendet werden.

h) Trockenbeizung. In neuester Zeit hat man begonnen, auch Trockenbeizung mit Germisan- und Uspulunpulvern gegen die Krankheit zu verwenden. Ein gut gedichtetes Holzgefäß wird etwa zur Hälfte mit dem Getreide gefüllt. Das Beizpulver, in erforderlicher Quantität je nach der Saatmenge — etwa 3 gr pro kg Getreide — wird eingemischt, und so das Gefäß sehr sorgfältig verschlossen. Danach rollt man das Faß auf dem Magazinboden 5 Minuten lang. Um das Einpudern der Saatkörner mit dem Pulver zu vervollständigen, kann man zwischen den Faßboden eine

Achse nebst zugehörigen Dreher einpassen. Die Trockenbeizung ist sehr bequem, zeit- und arbeitsparend. Der Erfolg derselben scheint, soweit die bisherige Erfahrung reicht, mit demjenigen der Naßbeizungen gut vergleichbar zu sein.

Nach den bis jetzt gewonnenen Ergebnissen zahlreicher, an verschiedenen Orten in Europa sowie auch in Nordamerika ausgeführten Parallelversuche dürfte man gegenwärtig an erster Stelle die Beizung mit Germisan und danach die mit Uspulun und Weizenfusariol zum Kampfe gegen den Weizensteinbrand empfehlen können.

Unter den übrigen Formen von Steinbrand, welche Grasfrüchte zerstören, indem sie den Fruchtknoten mit einer graubraunen bis schwarzen Staubmasse erfüllen, seien hier erwähnt: **Tilletia Secalis** (Corda) Kühn an Roggen in Rußland, Deutschland, Österreich und Italien beobachtet; — **T. Pancicii** Bub. und Ran. an vierzeiliger Gerste in Serbien; — **T. Hordei** Körn. an *Hordeum murinum* und *H. fragile;* — **T. Lolii** Awd. an Raygras *(Lolium)* in Deutschland und Dänemark; — **T. decipiens** (Pers.) Körn. auf Straußgras *(Agrostis)* in Deutschland, Dänemark und Schweden; — **T. Holci** West. an Honiggras *(Holcus)* in Belgien und Dänemark.

Andere hierhergehörige Formen entwickeln ihre Sporenmassen in langgezogenen aufplatzenden Wundstreifen am Halm und an den Blättern von Grasarten. Eine solche Spezies ist: **Tilletia striaeformis** (West.) Oud., die eine große Anzahl verschiedener Gräser, z. B. Arten der Gattungen *Poa, Holcus, Festuca, Milium, Dactylis* und *Phleum* befällt. Sie ist in den meisten europäischen Ländern gefunden worden.

## Flugbrand. — *Ustilago.*

Herzberg, P., Vergleichende Untersuchungen über landwirtschaftlich wichtige Flugbrandarten. Zopf, Beitr. Physiol. u. Morphol. nied. Organ., H. 5, 1890, S. 1—36.

Swingle, W. T., The grain smuts: their cause and Prevention. U. St. Dep. Agr., Jahrb. 1894, 1905, S. 409—420.

Hecke, L., Ein innerer Krankheitskeim des Flugbrandes im Getreidekorn. Zeitschr. landw. Vers.-Wes., Österr., 1904, S. 1 etc.

Falck, R., Die Flugbrandarten des Getreides, ihre Verbreitung und Bekämpfung. Jour. Landw., 1908, S. 173—182.

Freemann, E. M. u. Johnson, E. C., The loose smuts of barley and wheat. U. St. Dep. Agr., Bur. Pl.-Ind., Bul. 152, 1909, S. 1—48.
Appel, O., Bekämpfung des Getreidebrandes. Flugschr. 8, D. Landw. Ges., Aufl. 4, 1910, S. 1—11.
Appel, O. u. Riehm, E., Die Bekämpfung des Flugbrandes von Weizen und Gerste. Arb. Kais. Biol. Anst., Land- u. Forstw., Bd. 8, 1911, S. 313—424.

Die Sporen sind untereinander frei, warzig und glatt. Bei der Keimung wird gewöhnlich eine kurze Basidie gebildet, welche sich in Glieder teilt, die jedes für sich eine Basidiospore entwickeln. Selten keimen die Sporen direkt aus.

## Flugbrand des Weizens.

*Ustilago Tritici* (Pers.) Jens.

Lang, W., Die Blüteninfektion beim Weizenflugbrand. Zentr. Bl. Bakt. Abt. 2, Bd. 25, S. 86—100, 1910.

Abweichend vom Steinbrand tritt der Flugbrand sichtbar hervor, sobald der Weizen zu schossen anfängt, und die die Staubmasse umschließende Kornschale platzt sogleich auf, so daß die Sporen unmittelbar durch den Wind verbreitet werden. Bald bleibt von der Ähre nur die nackte, von den an deren Gliedern haftenden Brandsporen zum Teil schwarze Ährenspindel zurück. Die Krankheit wird durch *Ustilago Tritici* (Pers.) Jens. hervorgerufen. Man hatte lange geglaubt, es sei ein und dieselbe Pilzart, die den Flugbrand des Weizens, der Gerste und des Hafers bewirkt. Neuere Untersuchungen haben indessen gezeigt, daß dies nicht der Fall ist, sondern daß die Flugbrandformen der verschiedenen Getreidearten getrennte Arten sind, deren jede nur die Getreideart, auf die sie angewiesen ist, anzustecken imstande ist.

Die Sporen des Weizenflugbrandes sind kugelig, einzellig, mit feinen Warzen bekleidet. Sie sind sogleich keimfähig, behalten aber ihre Keimfähigkeit nur einige Wochen bei. Infolgedessen können sie gesunde Getreidekörner nicht in derselben Weise wie die Sporen des Stinkbrandes anstecken.

Die Sporen dieses Pilzes werden in der Blütezeit der gesunden Weizenähren verbreitet. Sie bleiben an den klebrigen Narbenlappen des Stempels haften, keimen dort sehr leicht, ganz wie die Blütenstaubkörner (Pollen), und treiben ihre Keim-

schläuche durch den Griffel bis in den Fruchtknoten hinein, der in dieser Weise angesteckt wird. Eine derartige Infektion wird als Blüteninfektion bezeichnet. Eine in dieser Art infizierte Kornanlage zeigt in deren ersten Entwicklung keine Anzeichen von Krankheit. Sie wächst aus und reift wie ein gewöhnliches Weizenkorn und kann in dem gereinigten Getreide von einem gesunden Korn nicht unterschieden werden. Die angesteckten Körner scheinen jedoch nicht dieselbe durchschnittliche Größe wie die gesunden zu erreichen.[1]) Erst nach der Aussaat des angesteckten Kornes tritt die Krankheit zutage, indem die aus demselben wachsende Pflanze brandig wird. Die Ähren einer solchen Pflanze zeigen sich schon bei deren Schossen von einer schwarzen Staubmasse erfüllt, die unmittelbar durch den Wind verbreitet wird und neue Blüteninfektionen hervor-

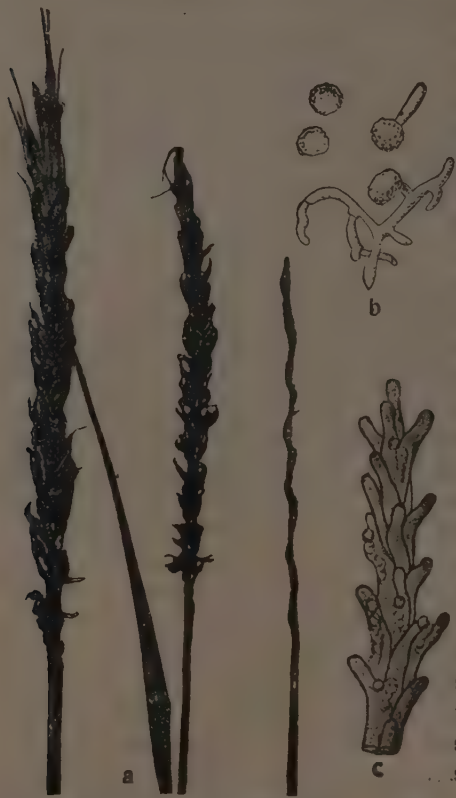



Fig. 50. Flugbrand des Weizens. a. Drei brandige Ähren; an einer derselben sind die Brandkörner und Spelzen vom Winde weggeführt worden und nur die Ährenspindel ist übrig geblieben. — b. Ungekeimte und gekeimte Sporen. — c. Ein Narbenlappen aus einer mit Sporenstaub infizierten Blüte. (a. Orig., c. nach F. Falck.)

[1]) Diese eigenartige Infektionsart, obgleich schon 1895 in Tasmania (Maddox) und 1890 in Japan (Hori) entdeckt, wurde in Europa nach neuen Untersuchungen erst 1903 (Brefeld) und 1904 (Hecke) der wissenschaftlichen Welt bekannt.

ruft. Die während der Blütezeit herrschende Witterung beeinflußt die Verbreitung des Flugbrandes. Wenn starke Schlagregen zu einer Zeit eintreffen, wo die brandigen Ähren eben bereit sind, ihre schwarze Sporenmasse zu entleeren, wird eine Menge, vielleicht der größte Teil, der Sporen zum Boden heruntergespült, keimt dort und erreicht nie die Narben der Blüten. Trockene, ruhige Witterung zur Zeit der Sporenverbreitung und der Blüte begünstigt dagegen die Entstehung der Blüteninfektionen.

Der Pilz befindet sich in dem infizierten Getreidekorn, so lange dieses trocken ist, in einem äußeren Einflüssen gegenüber unempfindlichen Ruhestadium („Dauermycelium"). Läßt man aber das Korn einige Stunden in lauem Wasser liegen, so geht der Pilz in einen Zustand des Wachstums über und ist dann höherer Temperatur gegenüber empfindlich und demzufolge der Heißwasser-Behandlung zugänglich.

Neben dieser Blüteninfektion muß man sich indessen hier, wie bei der nahe verwandten *Ustilago nuda* (siehe Seite 99), auch eine Korninfektion denken, da solche Beizmittel wie Formalin, Uspulun, Germisan u. a. sich auch dagegen wirksam erwiesen haben.

*Schutzmaßregeln:* 1. Man nehme das Saatgut nicht aus Getreidefeldern, in denen zur Blütezeit Flugbrand aufgetreten ist, weil dort wahrscheinlich viele Blüten infiziert worden sind und aus diesen Blüten entstandene Körner brandige Pflanzen hervorbringen. — 2. Wenn das Saatgut aus einem erkrankten Felde stammt, so sind die Körner durch Heißwasser- oder Heißluft-Behandlung in folgender Weise zu desinfizieren. Die Saat wird zuerst in nur zu $^2/_3$ angefüllten Getreidesäcken in lauem Wasser von 20—30° während 4—6 Stunden liegen gelassen, dann in warmes Wasser von 50—54° während 20 Minuten eingesenkt, oder man kann, — wenn Schwierigkeiten begegnen, die Heißwasserbehandlung richtig durchzuführen, — das Saatgut mit Germisan oder Uspulun beizen.

## Flugbrand der Gerste.

### *Ustilago nuda* (Jens.) Kell. und Sw.

Appel, O., Ergebnisse eines Versuches zur Bekämpfung des Gerstenflugbrandes. III. Landw. Zeit., Juli 10, 1909

Lang, W., Zur Ansteckung der Gerste durch Ustilago nuda. Ber. D. Bot. Ges., 1916, Dec. 30., 1917, S. 4—20.

Tisdale, W. H. u. Tapke, V. F., Infection of Barley by Ustilago nuda through seed inoculation. Journ. Agr. Res., Vol. 29, N:o 6, 1924, S. 263—284.

Fig. 51. Flugbrand der Gerste. Drei brandige Ähren; an einer derselben sind Brandkörner und Spelzen fortgeweht und die Ährenspindel allein ist übrig geblieben. (Orig.)

Diese Gerstenbrandart — auch „Nackter Gerstenbrand" genannt — stimmt wesentlich mit dem Flugbrand des Weizens überein. Sie tritt zur Anfangszeit des Schossens und des Blühens auf. Die Staubmasse wird durch den Wind sofort verbreitet. Zahlreiche Sporen gelangen auf blühende, gesunde Gerstenähren. Einige bleiben an dem zarten Stempel, namentlich an dessen Narbenstiften, haften. Dort keimen sie, dringen mit ihren Keim-

schläuchen in den Fruchtknoten ein und infizieren denselben. In der infizierten Blüte entwickelt sich das Korn normal, trägt aber in sich den Krankheitskeim für ein künftiges Jahr, und die aus einem solchen Korn erwachsende Pflanze liefert brandige Ähren.

Die Sporen sind kugelig, deren Wand mit Warzen bekleidet. Bei ihrer Keimung entsteht ein langer, gegliederter und verzweigter Keimfaden, der den Stempel infiziert.

In neuester Zeit hat man in Nordamerika bei gewissen Gerstesorten auch eine Korninfektion nachweisen können. Diese geschieht mittels Sporen, die zwischen den Spelzen und der Kornanlage während der Blütezeit hineingelangt sind. Es wird daraus erklärlich, daß man Beizung mit Formalin, Chlorophol, Uspulun, Germisan, Segetan u. a. gegen die Krankheit effektiv gefunden hat.

Daß gewisse Gerstesorten durch den Pilz schwerer als andere leiden, dürfte auf Verschiedenheiten in den Blüteverhältnissen beruhen, indem bei einer Sorte die Stempel der Infektion freier ausgesetzt werden als bei einer anderen. Trockene Witterung zur Blütezeit begünstigt die Blüteninfektion, durch starke Regengüsse dagegen wird viel Sporenstaub zum Boden heruntergespült und dadurch unschädlich gemacht.

*Schutzmaßregeln:* Dieselben wie gegen den Flugbrand des Weizens.

## Hartbrand der Gerste.

*Ustilago Hordei* (Pers.) Kell. u. Sw.

Jensen, J. L., Om kornsorternes Brand. Medd. 1, 1888, S. 1—18; Medd. 2, 1888, S. 1—36.

Diese Gerstenbrandart — auch „Gedeckter Brand" der Gerste genannt — weicht in mehreren wichtigen Hinsichten vom Flugbrand der Gerste ab. Die davon befallenen Gerstenähren unterscheiden sich zur Blütezeit nur wenig von den gesunden. Erst einige Wochen später fallen die brandigen Ähren durch ihre dunkle Farbe auf. Die Ährchen derselben sind in ein breites, aufgeschwollenes, dreizähniges Gebilde umgewandelt; der mittlere Zahn entspricht der Mittelblüte, die seitlichen Zähne den Seiten-

blüten. Die den Brandstaub umschließende Schale bleibt bis zur Reifezeit der Gerste wie ein silbergraues Häutchen ganz geschlossen oder zeigt nur einige kleine, unvollständige Risse. Es kommt deshalb keine Verbreitung von Sporenstaub in der Blütezeit der Gerste vor, und folglich auch keine Blüteninfektion. Die geschlossenen, zuletzt bartlosen Brandähren werden mit den gesunden, reifen Ähren zusammen in die Scheune gebracht und platzen erst beim Dreschen der Gerste auf. Der Sporenstaub wird dann auf die gesunden Körner übertragen, und wenn bei Aussaat der Gerste noch Sporen in keimfähigem Zustande vorhanden sind, so wird die Keimpflanze dadurch infiziert und die aufwachsende Pflanze bringt brandige Ähren hervor. Die Infektion ist also wie beim Steinbrand des Weizens, eine Korn- oder Keimlingsinfektion („Triebinfektion").

Fig. 52. Hartbrand der Gerste. (Orig.)

Die Sporen dieser Brandart sind glatt und etwas größer und eckiger als diejenigen der Flugbrandart. Bei der Keimung derselben entsteht ein kurzer Keimschlauch, der Sproßzellen abschnürt.

*Schutzmaßregeln:* Dieselben wie gegen den Steinbrand des Weizens. Unter den Beizungsmethoden darf die Behandlung mit Kupfersalz nicht benutzt werden, weil die Keimfähigkeit der Gerste dadurch verringert wird.

## Flugbrand des Hafers.

*Ustilago Avenae* (Pers.) Jens.

von Tubeuf, C., Über den Einfluß der Bestellungszeit des Hafers auf seine Erkrankung durch den Flugbrand. Arb. Biol. Abt., Land- u. Forstw., Bd. 2, 1902, S. 328—349.

Jones, E. S., Influence of temperature, moisture and oxygen on spore germination of Ustilago Avenae. Journ. Agr. Res., Vol. 14, 1923, S. 577—591.

Von den beiden den Hafer angreifenden Brandarten ist diese die am häufigsten vorkommende. Sie ist in ihrem äußeren Auftreten den Flugbrandarten an Weizen und Gerste ähnlich. Die brandigen Rispen werden schon früh, beim Schossen des Hafers, sichtbar. Sie sind mehr zusammengezogen als die gesunden, mit weniger gespreizten Rispenästen. Bald sind sämtliche Ährchen der Rispe krank, bald sind unter den erkrankten auch gesunde Ährchen besonders an der Spitze der Rispe vorhanden. Die völlig zerstörten Ährchen haben eine abgerundete Gestalt und sind von einer schwarzen Staubmasse ganz ausgefüllt; die nur teilweise angegriffenen haben ihre natürliche Form mehr oder weniger beibehalten und sind nur im unteren Teile mit Brandstaub gefüllt.

Fig. 53. Flugbrand des Hafers. Drei brandige Rispen; an einer derselben sind die Brandkörner und Spelzen weggeweht und nur die Rispenspindel übrig geblieben. (Orig.)

Schon beim ersten Hervortreten der brandigen Rispen ist die Kornschale mehr oder weniger geborsten, und der Sporenstaub fertig zur Verbreitung. Diese dauert hier längere Zeit als bei Weizen und Gerste, und zwar vom Beginn der Blüte bis gegen

die Reifezeit. Zur Erntezeit ist der meiste Staub schon vom Winde fortgeweht. Trotz der frühzeitig beginnenden Sporenverbreitung kommt Blüteninfektion bei dieser Pilzart selten oder nie vor, sondern die Übertragung der Krankheit geschieht teils während der Blütezeit in der Weise, daß Sporen in die offene Haferblüte rings um den Fruchtknoten gelangen und dort während des Wachstums des Korns zwischen diesem und den dasselbe fest umschließenden Spelzen festgehalten werden, teils auch nachher durch Sporen, die außen an dem auswachsenden Haferkorn haften geblieben sind.

Die Krankheit wird bewirkt durch *Ustilago Avenae*, die kugelige, mit Warzen bekleidete Sporen besitzt. Bei der Keimung der Sporen wird gewöhnlich ein kurzer Sporenschlauch entwickelt, der an der Spitze sowie auch aus seinen Gliedern Sproßzellen abschnürt, die ihrerseits keimen und die junge Keimpflanze infizieren. Die Keimung der Sporen findet am besten bei warmer Witterung statt, wenn die Bestellung im späten Frühjahr geschieht. Die Sporen bleiben lange Zeit, sicher mehrere Jahre hindurch, keimfähig. Die Infektion ist bei dieser Art immer eine Keimlingsinfektion.

Es werden durch diese Brandart öfters 30 % der Ernte zerstört, ja man kennt sogar Fälle, wo 60 % zugrunde gegangen sind. Selten ist ein Haferfeld von derselben ganz frei. Auch ein geringer Angriff ist zu beachten, da ein solcher, wenn für den Pilz günstige Verhältnisse zusammentreten, in einem künftigen Jahre schwere Verheerungen anrichten kann. Trockene, ruhige Witterung zur Blütezeit begünstigt das Eindringen der Sporen in die Blüten, und feuchtwarme Witterung bei der Saat fördert sehr die Infektion des keimenden Korns. Beide Faktoren bewirken einen starken Ausbruch der Krankheit.

*Schutzmaßregeln:* Dieselben wie gegen den Steinbrand des Weizens und den Hartbrand der Gerste. Das Waschen der Saat ist indesssen hier kaum nötig, da die Flüssigkeit die zwischen den Spelzen und dem Korn sitzenden Sporen, die zur Blütezeit dort hineingelangt sind, nicht trifft. Unter den Beizungsmethoden darf die Behandlung mit Kupfersalz deshalb nicht benutzt werden, weil die Keimfähigkeit des Hafers dadurch entschieden leidet.

**Ustilago Kolleri** Wille, „Hartbrand" oder „Gedeckter Brand" des Hafers. Weder die ganzen Haferrispen, noch die einzelnen Ährchen zeigen anfangs, wenn sie von dieser Brandart angegriffen werden, ein von den gesunden abweichendes Aussehen. Erst gegen die Reifezeit unterscheidet man die durch die Spelzen hervorschimmernde, schwarze Sporenmasse. Die Spelzen bleiben nämlich in der Regel bis zur Reifezeit des Hafers geschlossen. Der Sporenstaub wird nicht über das Feld, sondern erst beim Dreschen verbreitet. Die Sporen sind glatt, tiefbraun. Sie bleiben an gesunden Haferkörnern haften und wenn sie dort in Ruhe gelassen werden wird die Krankheit durch dieselben auf die junge Keimpflanze übertragen (Wille, 1893).

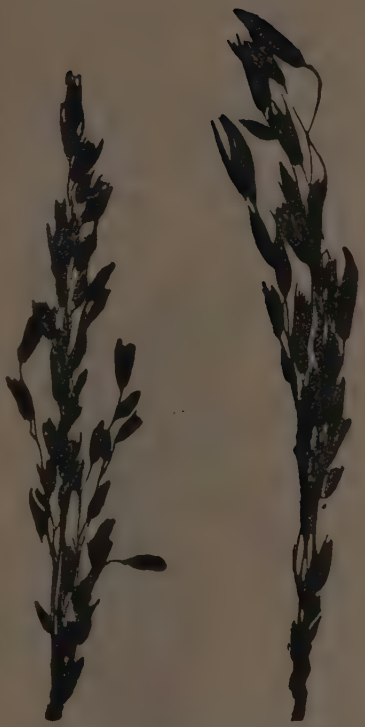


Fig. 54. Ustilago Kolleri Wille. (Nach O. Appel.)

## Beulenbrand des Maises.

### *Ustilago Maydis* (DC.) Tul.

Hitchcock, A. S. u. Norton, J. B. S., Corn Smut. Kans. Agr., Exp. Stat., Bull. 62, 1896, S. 169—212.

Arthur, J. C. u. Start, W., Corn Smut. An. Rep. Ind. Agr. Exp. Stat, 1898—99, 1900, S. 84—135.

Piemeisel, F. J., Factors affecting the parasitism of Ustilago Zeae. Phytop., Vol. 7, 1917, S. 294—307.

Jones, E. S., Influence of temperature on the spore germination of Ustilago zeae. Journ. Agr. Res., Vol. 24, 1923, S. 593—597.

Potter, A. A. u. Melchers, L. E., Study of the life history and ecologic relations of the Smut of Maize. Journ. Agr. Res., Vol 30 No: 2, 1925, S. 161—173.

Diese Brandart befällt nicht nur die Blütenstände, weibliche sowohl als männliche, sondern auch Stengel und Blätter, ja sogar Wurzeln. Im Fruchtstande werden die Maiskörner gruppenweise, besonders gegen die Spitze des Kolbens, in große, von einer weißgrauen, glänzenden Oberhaut bedeckte, zuletzt berstende Brandkörner umgewandelt, die mehrere Male größer sind als gewöhnliche Maiskörner und zusammen eine beulenartige Geschwulst unregelmäßiger Form und von der Größe einer Faust oder dar-

Fig. 55. Beulenbrand des Maises. a. Kolben mit in Brandkörner umgewandelten oberen Maiskörnern. — b. Blattachsel mit Brandgeschwulst. (a. nach O. Brefeld; b. nach A. S. Hitchcock u. J. B. S. Norton.)

über bilden. Der Inhalt der Brandkörner ist ursprünglich schwarzbraun und klebrig. Wenn die Körner schließlich platzen, wird dieser Inhalt als ein trockener, schwarzer Staub frei gemacht und durch den Wind verbreitet. An Stengeln und Blättern treten zunächst harte, glänzende, blaßgraue, unregelmäßig gestaltete, oft voneinander weit entfernte Verbildungen hervor, entweder in der Form von großen Geschwülsten, die mitunter den Umfang eines kleinen Kindskopfes erreichen, oder auch als kleine, warzenähnliche Blasen; in beiden Fällen sind die Verbildungen mit schwarzem Sporenstaub angefüllt.

In Wasser gelegt, keimen die Sporen nicht immer unmittelbar nachdem sie freigeworden sind, sondern recht lebhaft erst im nächsten Frühjahr nach durchgemachter Ruhezeit. In Nährlösungen, wie in Extrakt von frischem Stallmist oder in mit solchem frisch gedüngter Erde, keimen sie dagegen sofort mit großer Lebhaftigkeit und vermehren sich wie Hefezellen, indem sie fortwährend neue Generationen erzeugen. Bei der Keimung treiben die Sporen einen gegliederten Keimschlauch, welcher Konidien abschnürt, die durch den Wind verbreitet werden. Wenn diese an jungen Keimpflanzen in der Nähe des Wurzelhalses, oder an älteren Pflanzen in der Sproßspitze, wo junge Blatt- und Blütenanlagen vorhanden sind, haften bleiben, so findet an diesen Stellen eine Infektion statt, die zur Folge hat, daß nach etwa drei Wochen Verbildungen einer oder der anderen Art erscheinen. Der Pilz breitet sich von der Infektionsstelle nicht durch die ganze Pflanze aus — wie es mit den im vorigen beschriebenen Brandpilzen anderer Getreidearten der Fall ist — sondern hält sich in der nächsten Nähe der Infektionsstelle. Jede einzelne Anhäufung von Geschwulsten oder Warzen ist also das Ergebnis einer Einzelinfektion und steht in keinem Zusammenhang mit den übrigen an derselben Pflanze auftretenden Verbildungen. Da die Sporen sich im Boden lange — wie angegeben wird, mehrere Jahre — am Leben halten können und da junge Organteile an der Maispflanze bis spät in den Sommer hinein vorhanden sind, so ist leicht einzusehen, daß die Maispflanze während ihrer ganzen Vegetationszeit der Gefahr ausgesetzt ist, vom Brand angesteckt zu werden. Die Krankheit tritt auf dem Maisfeld erst dann zum Vorschein, wenn die Pflanzen über ein Meter hoch geworden sind.

Der Beulenbrand ist aus allen maisbauenden Ländern bekannt. Zuweilen tritt er nur an einzelnen Pflanzen (2—3 %) auf, er kann aber auch häufig und verheerend (30 %) sein.

*Schutzmaßregeln:* 1. Man entferne und vernichte alle kranken Gebilde, sobald sie sich zeigen und vor dem Freiwerden des Sporenstaubes. — 2. Man gebe zu Mais keinen frischen Stalldung, weil dieser das Gedeihen des Pilzes im Boden erwiesenermaßen fördert und seine infizierende Fähigkeit erhöht. — 3. Abfälle von brandigen Maispflanzen dürfen nicht auf Dünger- oder Komposthaufen gelangen, sondern müssen verbrannt werden.

Weit weniger zerstörend sind zwei andere Brandarten der Maispflanze: **Ustilago Fischeri** Pass. und **U. Reiliana** Kühn, die beide nur die weiblichen Blütenstände der Pflanze angreifen. Die erstgenannte Art befällt die Kolbenspindel und veranlaßt dadurch das Verkümmern vieler Körner. Beide Arten sind in Italien beobachtet worden. Neuerdings hat man die letzte Art auch in Nordamerika angetroffen (Dana, B. F. u. Zundel, G. L., 1920), nicht nur auf Mais, sondern auch auf Mohrenhirse, wo sie die ganze Rispe derselben in eine einzige Brandmasse verwandelt.

## Staubbrandformen der Sorghohirse.

*Ustilago Sorghi* (Link) Pass., *U. bulgarica* Bub. u. *U. cruenta* Kühn.

Bubàk, F., Eine neue Ustilaginee der Mohrenhirse. Zeitschr. landw. Vers.-Wes. Öster., Jahrg. 1910, S. 53—56.

Die erstgenannte Spezies, **Ustilago Sorghi,** befällt nur die Blüten, deren Fruchtknoten zu langen, glatten, sack- oder hornähnlichen Gebilden auswachsen, die die umgebenden Spelzen weit überragen und von einer dicken, braunen Haut umschlossen sind. Sie beherbergen einen braunen Sporenstaub, der eine in der Mitte sich erhebende Säule umgibt. Die Achsenteile der Rispe entwickeln sich dagegen normal. Es zeigt sich im übrigen keine Verkümmerung oder Verbildung der Rispe. Diese Brandrart kommt auf *Sorghum vulgare* und *S. saccharatum* vor. Sie tritt in allen hirsebauenden Ländern auf.

Sehr nahe verwandt mit dieser Pilzart ist **Ustilago bulgarica,** die auf *Sorghum vulgare* in Bulgarien beobachtet worden ist. Sie unterscheidet sich von der vorigen dadurch, daß die hornähnlichen Brandkörner an der Oberfläche furchig-grubig und von einem grauen Häutchen umschlossen sind. Die Sporen sind hell olivenbraun, wenig stäubend.

An den beiden oben erwähnten Hirsearten kommt **Ustilago cruenta** vor. Diese befällt sämtliche Teile der Rispe. Sie tritt besonders an den Blütenstielen in Form kleiner, braunroter, abgerundeter oder länglicher Auswüchse auf, die mitunter in ausgedehnte, größere Geschwülste zusammenfließen. Bei schwerem Befall werden die Rispenäste verkürzt, verdickt und gedreht, und

die ganze Rispe verkümmert infolgedessen stark. Bisweilen sieht man auch am Stengel gleich unterhalb der Rispe krankhafte Auswüchse. Weniger werden die Fruchtknoten angegriffen; wenn dies aber geschieht, so wachsen sie zu langen, hornähnlichen, rotbraunen Brandkörnern aus. Der Pilz ist überall, wo die Hirse-

Fig. 56. a—c. Ustilago Sorghi. a. Ganze Rispe. — b. Rispenzweig. — c. Einzelne Blüte mit Brandkorn. — d. Ustilago bulgarica; einzelne Blüte mit Brandkorn. (Nach F. Bubak)

Fig. 57. Ustilago cruenta auf Sorghohirse. (Nach O. Brefeld.)

arten gebaut werden, verbreitet und richtet vielerorts schwere Verheerungen an.

**Ustilago Panici-miliacei** (Pers.) Wint. kommt auf *Panicum miliaceum*, *P. Crus-Galli* u. a. Arten derselben Gattung vor. Der Pilz greift nur den Blütenstand an. Dieser wächst nicht zu einer ausgebreiteten Rispe aus, sondern wird in ein zusammengedrängtes, festes, kolbenähnliches Gebilde umgewandelt, das zum Teil

von einer weißlichen Hülle bedeckt und von der Scheide des jüngsten Blattes umschlossen ist. Das Innere des Kolbens ist mit einem schwarzen Sporenstaub nebst zurückgebliebenen Spindelresten gefüllt. Die weißen Hüllen um die klumpenweise angehäuften Sporen bersten allmählich und lassen das schwarze Pulver heraus. Die Krankheit ist in Italien, Frankreich, Deutschland und Nordamerika beobachtet worden (Hecke, 1902, 1903). — Teils auf *Panicum miliaceum*, teils auf anderen Arten derselben Gattung kommen in Südeuropa und angrenzenden Ländern mehrere andere Brandarten vor, wie **Ustilago Rabenhorstiana** Kühn, die nicht nur die Rispe, sondern oft auch den Stengel unterhalb derselben zerstört, und **U. Digitariae** (Kze.) Rabh., die nur die Blüten heimsucht.

Fig. 58. Ustilago Panici-miliacei. (Nach E. v. Jaczewski.)

Auch auf Kolbenhirsearten, wie *Setaria italica, S. viridis, S. germanica* u. a. treten Brandarten auf. Die bekannteste ist **Ustilago Crameri** Körn., welche die Hirsekörner zerstört, indem sie diese mit einem schwarzen Sporenpulver füllt. Sie richtet in Südeuropa beträchtlichen Schaden an; in Österreich-Ungarn sind mitunter ⅓ der Hirsekörner oder darüber zerstört worden.

Unter den übrigen hierhergehörigen Brandpilzformen, welche die Früchte von Gräsern befallen und zerstören, seien erwähnt: **Ustilago perennans** Rostr. auf *Avena elatior* und **U. bromivora** Fisch. v. Waldh. auf *Bromus arvensis, B. mollis* u. a.

Außerdem kommen einige Flugbrandformen vor, die ihren Sporenstaub in Blatt- und Stengelteilen verschiedener Grasarten entwickeln. Eine solche Form, **Ustilago longissima** Sow., bildet an der Blattspreite des Süßgrases *(Glyceria aquatica)* lange,

parallelle, offene Streifen, die mit einem olivengrünen Sporenstaub gefüllt sind. Aus den angegriffenen Sprossen schießen in der Regel gar keine Ähren. Beim Rindvieh kann nach Fütterung von brandigen Sprossen im frischen Zustande oft Erkrankung und sogar der Tod erfolgen. Mehrere solche Fälle kamen z. B. im Jahre 1899 bei Malmö (Südschweden) vor. Auf einem dortigen Gut erkrankten 24 Kühe. Die Krankheitssymptome, die etwa eine Stunde nach der Fütterung eintraten, waren Durchfall, Lähmung und verringerte Körperwärme. Die Mehrzahl wurde zwar allmählich wieder gesund, aber vom Süßgras wollten die Tiere weiter nichts nehmen. Auf einem anderen dortigen Gut erkrankten im selben Jahre unter den nämlichen Verhältnissen drei Kühe, und zwar so heftig, daß sie geschlachtet werden mußten. Die Wirkung des Giftes hat sich indessen nur bei dem frisch verfütterten Grase gezeigt. Als trockenes Heu scheint es ungefährlich zu sein (Eriksson, 1900).

Fig. 59. Ustilago perennans. (Orig.)

Fig. 60. Ustilago grandis. (Orig.)

Andere derartige Grasbrandformen sind folgende: **Ustilago hypodytes** (Schlecht.) Fr., die einen braunschwarzen Überzug an den Halmen und Scheiden von *Glyceria fluitans*, *Elymus arenarius*, *Phragmites communis* u. a. Grasarten bildet, und **Ustilago grandis** Fr., die an den oberen Stengelgliedern von *Phragmites communis* bleistiftdicke, mit einer schwarzen Staubmasse gefüllte Anschwellungen erzeugt.

## Stengelbrand. — *Urocystis.*

Fig. 61. Stengelbrand des Roggens. a. Brandige Halme. — b. Ungekeimte Sporenballen. — c. Gekeimter Sporenballen. (a. Orig.)

Körnicke, F., Mykologische Beiträge. Hedwigia, Bd. 15, 1876, S. 178 usw. — Bd. 16, 1877, S. 1 usw.

Mc. Alpine, D., Flag Smut of Wheat. The Smuts of Australia, 1910, S. 88—102.

Kölpin Ravn, F., Forsog med midler mot rugens staengelbrand. Tidskr. Landbr. Planteavl., Bd. 19, 1912, S. 214 bis 228.

Bubak, F., Une nouvelle espèce du genre Urocystis. R. Soc. Espan. Hist. Nat., 1922, 3. S.

Noble, R. J., Studies on Urocystis Tritici Körn., the organism causing Flag Smut of Wheat. Phytop., Vol. 13, 1923, S. 127—139.

Griffiths, M. A., Experiments with Flag Smut of Wheat and the causal fungus, Urocystis Tritici Körn. Journ. Agr. Res., Vol. 27, 1924, S. 427—449.

Noble, R. J., Studies on the parasitism of Urocystis Tritici Körn., the organism causing Flag Smut of Wheat. Jb., 1924, S. 451—489.

Die Sporen etwa zu zehn miteinander zu Sporenballen vereinigt, mit einer oder mehreren größeren und dunkleren Sporen in der Mitte und mehreren kleinen, helleren ringsherum. Bei Keimung wächst von jeder der inneren Sporen eine Basidie heraus, die an der Spitze einen Kranz spindelförmiger Basidiosporen trägt.

### Stengelbrand des Roggens.

*Urocystis occulta* (Wallr.) Rab.

Die Sporenmassen entstehen am Halm und an den Blättern des Roggens in langen, gleichlaufenden Streifen, die anfangs

durch die Oberhaut des Organs bedeckt sind und eine bleigraue Färbung zeigen. Zuletzt platzt die Haut auf, und das schwarze Sporenpulver wird sichtbar. Die erkrankten Halme sind mehr oder weniger verbildet und im Wachstum gehemmt. Gewöhnlich gelangen keine Ähren zur Ausbildung, oder sie sind leer. In der Regel sind sämtliche Halme der Pflanze angegriffen.

*Schutzmaßregeln:* dieselben wie gegen den Steinbrand des Weizens.

**Urocystis Tritici** Körn., „Flag Smut of Wheat", sehr nahe verwandt mit dem Stengelbrand des Roggens, kommt auf Weizen vor. Diese Brandart ist in Australien seit dem Jahre 1868 bekannt, besonders in neuerer Zeit stark verbreitet. Sie ist dort eine der meist zerstörenden Weizenkrankheiten, alljährlich mit wenigstens 3 %, bisweilen bis 70 % die Weizenernte reduzierend. Außerdem kommt sie in Nordamerika, Japan, China, Italien und Spanien vor. Die Sporen keimen im allgemeinen schlecht, nur unter gewissen stimulierenden Umständen etwas besser (Noble, 1923, 1924; Griffitthis, 1924).

**Urocystis Bolivari** Bub. u. Frag. kommt auf *Lolium perenne* in Spanien vor (Bubak, 1922).

## b) Uredinaceae. — Rostpilze.

Schröter, J., Entwicklungsgeschichte einiger Rostpilze. I. Cohn's Beitr. Biol. Pfl., Bd. 1, H. 3, 1875, S. 1—10; — Bd. 3, H. 1, 1879, S. 51—93.
Plowright, C. B., A Monograph of the British Uredineae and Ustilagincae, 1889, S. 1—347.
Arthur, J. C. u. Holway, E. W. D., Descriptions of American Uredineae. State Univ. Jowa, Bull. Lab. Nat. Hist., 1898, S. 1—337; 1901, S. 1—171; 1902, S. 1—311.
Klebahn, H., Die wirtswechselnden Rostpilze. 1904, S. 1—447.
Fischer, E., Die Uredineen der Schweiz. 1904, S. 1—590.
Sydow, P. u. H., Monographea Uredinearum. Vol. 1, 1902—1904, S. 1—972; Vol. 2, 1909—1910, S. 1—396; Vol. 3, 1912—1915, S. 1—726.
Mc. Alpine, D., The Rusts of Australia. 1906, S. 1—349.
Liro, J. I., Uredineae Fennicae. 1908, S. 1—640.

Diese Pilze treten, ähnlich wie die Schimmel- und die Brandpilze, als echte Parasiten auf. Ihr vegetatives System, das Mycel, breitet sich als ein Netzwerk von Pilzfäden im Innern

des angegriffenen Organs zwischen dessen chlorophyllführenden Zellen aus. In das Innere der Zellen entsendet das Mycel in der Regel nur kürzere Seitenzweige, Saugwarzen (Haustorien). Seltener trifft man auch in den Zellen selbst ein reichlicher verzweigtes, üppiges Fadennetz. Die Zellen werden im allgemeinen nicht sogleich durch das Pilzmycel zerstört, sondern behalten lange Zeit ihre natürliche Form bei. Allmählich werden sie jedoch durch das immerfort wachsende Mycel zusammengedrückt, und sämtliche Teile derselben, wie Wände, Chlorophyllkörper, Stärkekörner usw., werden durch den Pilz getötet und verbraucht. Zuletzt wird ein zusammenhängendes Fruchtlager (Hymenium) gebildet, aus welchem lange, Sporen abschnürende Zweige entsandt werden. In der Regel platzt schließlich die Oberhaut des Organs auf, und eine offene, mit einem gelben oder braunen Staube gefüllte Wunde tritt zum Vorschein. In gewissen Fällen bleibt jedoch die deckende Epidermis unversehrt und wie eine durchsichtige Haut über die Sporenansammlung ausgebreitet.

Bei den Rostpilzen sind gewöhnlich mehrere Sorten von Sporen vorhanden. Im Sommer entstehen Sommersporen (Uredosporen). Diese Sporen sind gelb oder gelbrot, einzellig und mit Warzen oder Stacheln besetzt. Sie sind in der Regel sofort keimfähig. Die Keimschläuche dringen durch die Spaltöffnungen des inoculierten Organs ein und rufen nach einer oder einigen Wochen neue Pusteln hervor. Im Verlaufe des Sommers können mehrere solche Sporengenerationen aufeinander folgen.

Aus demselben Mycel werden Herbst- oder Wintersporen (Teleutosporen) im Spätsommer und Herbst entwickelt. Diese Sporen sind braun oder schwarz, ein- bis mehrzellig und haben dickere Wände. Bisweilen keimen sie sofort, in den meisten Fällen sind sie aber Dauersporen, die erst im nächsten Frühjahre zur Keimung gelangen. Diese Sporen keimen in der Weise, daß aus jedem Fache der Spore eine kurze Basidie auswächst, die in Glieder geteilt wird, und daß von jedem solchen Gliede eine Basidiospore (Sporidium) abgetrennt wird, die durch den Wind weggeführt wird. Wenn eine Basidiospore ein lebendes Blatt oder einen anderen Pflanzenteil erreicht, der einer von den Pflanzenarten gehört, an welche

die Pilzform angepaßt ist, so treibt die Spore durch die Wand der Oberhaut einen Keimschlauch, der ins Innere des Organs fortwächst und allmählich die Entstehung von Rostpusteln an dessen Oberfläche veranlaßt.

Das Eindringen der Keimschläuche kann entweder an derselben Pflanzenart, an der die Sporen gebildet worden sind, oder an einer nahe verwandten Pflanze stattfinden (nicht-wirtswechselnde oder homöcische Arten) oder auch an einer in systematischer Hinsicht von diesen weit entfernten Art (wirtswechselnde oder heteröcische Arten).

Das Entwicklungsstadium des Pilzes, das bei Wirtswechsel entsteht, unterscheidet sich wesentlich von den oben beschriebenen Uredo- und Teleutostadien. Es wird das Becherrost- oder Aecidiumstadium genannt. Dieses Stadium schließt in der Regel zwei verschiedene Entwickelungsformen ein. Eine dieser Entwickelungsformen wird als Pykniden (Spermogonien) bezeichnet und besteht aus sehr kleinen, gruppenweise geordneten, in das Blatt hineingesenkten, flaschenförmigen Vertiefungen, die eine große Zahl schmaler, stabförmiger Pyknokonidien (Spermatien) enthalten. Die andere Form, die meistens an der entgegengesetzten Seite des Blattes hervortritt, besteht aus ebenfalls gruppenweise geordneten, dicht zusammengedrängten Näpfen oder Bechern, die entweder mit einem nach außen gebogenen zerschlitzten Rand versehen sind (Aecidium) oder auch nackte Sporenhäufchen (Caeoma) bilden. Die Sporen sind in perlschnurförmige Reihen geordnet. Diese Sporen sind in der Regel sofort keimfähig und erzeugen, wenn sie auf geeignete Unterlage — die entsprechende uredotragende Pflanzenart — geraten, innerhalb 8—10 Tage Pusteln mit Sommersporen.

Die wichtigsten Sporenformen bilden die Teleutosporen, da der Pilz in der Regel mittels derselben bis zu einem folgenden Jahre überwintert. Nach diesen Sporen richtet sich auch die systematische Gruppierung der Rostpilze und die Benennung der Gattungen. Die Arten und Formen innerhalb der Gattungen werden meistens nach der Wirtspflanze bezeichnet, an der sie vorkommen.

Einige Rostarten können an mehreren untereinander nahe verwandten Wirtspflanzenarten leben (heterophage Spezies),

andere dagegen sind ausschließlich an eine einzige Art gebunden (isophage Spezies).

Unter der Spezialisierung des Parasitismus versteht man die Erscheinung, daß innerhalb ein und derselben Pilzart mehrere biologische Rassen, sogenannte spezialisierte Formen (f. sp.), auftreten können, welche, äußerlich einander ähnlich, durch innere biologische Merkmale gekennzeichnet sind, die in der Weise zum Ausdruck kommen, daß jede Form auf ihrer oder ihren besonderen Wirtspflanzen lebt.

Es kamen Fälle vor, wo man das Wiederauftreten der Krankheit in einem folgenden Jahre nicht hat mit Hilfe der Wintersporen des Pilzes erklären können. Hier nahm man ein im Stamm oder in der Grundachse der Wirtspflanze überwinterndes Mycel oder auch überwinternde Uredosporen als Ursache an. Die Richtigkeit der ersteren Annahme ist kaum bestritten worden. Dagegen ist das Vorhandensein eines überwinternden Uredostadiums als eines Gliedes in der Lebenskette der Rostpilze nicht über jeden Zweifel erhaben. Es ist allerdings wahr, daß man bisweilen bald bei der einen bald bei der anderen Rostart vereinzelte überwinternde Uredopusteln angetroffen, ja sogar keimfähige Sporen in denselben gegen das Frühjahr hin — im März, April oder Mai — gefunden hat. Es ist aber in keinem Falle erwiesen, daß der neue im Sommer erfolgende normale Ausbruch der Krankheit in der Tat von solchen zufälligen Pusteln seinen Ursprung genommen hat. Bei kritischer Musterung der diesbezüglichen Literatur kommt man vielmehr zu dem Schlusse, daß die vorgelegten Beobachtungen eine solche Annahme nicht hinreichend stützen.

Aus den umfassenden Untersuchungen, die während der 3—4 letzten Jahrzehnte über die Natur und Entwickelung der Getreide- und Grasrostpilze ausgeführt worden sind, scheint es hier — wie bei dem früher beschriebenen Krautfäule-Pilz der Kartoffel *(Phytophthora infestans)* — daß man neben dem Mycelstadium der Pilze noch ein anderes vegetatives Stadium unterscheiden muß, in welchem der Pilz im Inneren der Zellen der Wirtspflanze als ein gestaltloser Plasmakörper, eine Art Plasmodium, lebe, mit dem eigenen Plasmainhalt dieser Zellen innig und untrennbar

verbunden und vermischt, und zusammen mit demselben eine Plasmasymbiose, Mykoplasma genannt, bildend (S. 66 usw.).

Die mykoplasmaführende Zelle zeigt im übrigen ein ganz normales Aussehen. Sie enthält Zellkern, Chlorophyllkörner usw.

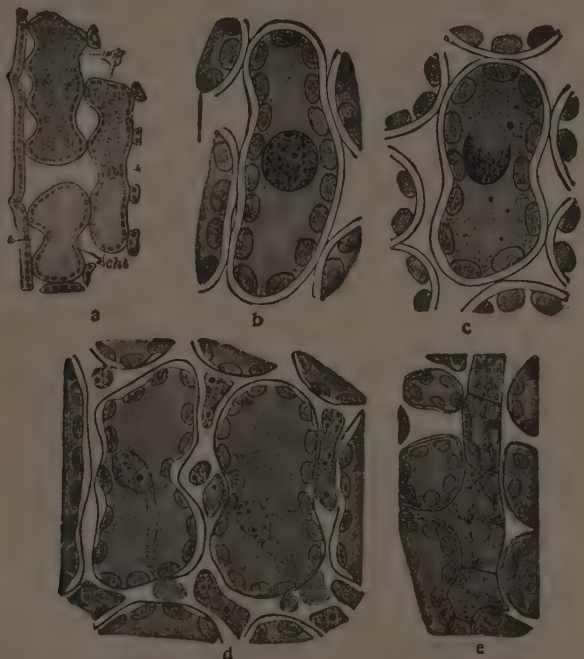



Fig. 62. Mykoplasma und dessen Übergang zum Mycelium. a. Blattzellen aus Keimpflanze von Winterweizen, 44 Tage nach der Saat, zum Teil Mykoplasma, mpl., im Ruhestadium enthaltend; k. Zellkern; chl. Chlorophyllkörner. — b. Blattzelle aus Winterroggenpflanze, 1—2 Wochen vor dem Sommerausbruch des Roggenbraunrostes; der Zellkern krankhaft vergrößert. — c. Blattzelle einer ähnlichen Pflanze, aus der Nähe der zuerst aufbrechenden Uredopustel, mit Mykoplasma im Reifestadium; der Zellkern ist in Auflösung begriffen, und im Plasma treten kleine Nucleolen auf. — d. Blattzellen einer Haferpflanze, aus der Nähe der zuerst aufbrechenden Uredopustel; das Mykoplasma dringt schlauchförmig in die Zwischenzellräume hinaus, um Mycel zu bilden. — e. Junges Mycelstadium mit hervortretenden Scheidewänden. — (Orig.)

Irgendwelches von der Wirtspflanze zehrende parasitische Leben des Pilzelementes ist nicht bemerkbar, sondern das Mykoplasma scheint hier ganz und gar an die Stelle des Protoplasmas

getreten zu sein. Man hat Grund zu der Annahme, daß der Pilz bei den Getreidesorten, denen der betreffende Pilz speziell angepaßt ist, oder wie man es zu sagen pflegt, die für denselben in höherem Grade „empfänglich" sind, in diesem Zustand in den meisten chlorophyllführenden Zellen der ganzen Pflanze bis oben in den Ähren und Blüten lebt.

Die Zeit, während der der Pilz in einem solchen latenten Zustande lebt, scheint in verschiedenen Fällen von wechselnder Dauer sein zu können. Sie kann 4—5 Wochen bis ebenso viele Monate oder noch mehr, vielleicht sogar Jahre, betragen. Dieser Zustand kann als das Ruhestadium des Mykoplasmas bezeichnet werden. Früher oder später, in einem gewissen Abschnitt der Entwicklung der Wirtspflanze, zu einer gewissen Jahreszeit und unter bestimmten für die Entwicklung des Pilzkörpers günstigen äußeren Verhältnissen (Bodenbeschaffenheit, Feuchtigkeit, Wärme, Licht usw.), — wobei die verschiedenen Rostarten sich ungleich verhalten, — fängt ein neues Stadium im Leben des Mykoplasmas an, das Reifestadium, in welchem das Pilzelement aus dem symbiotischen Komplex herausbricht, aus dem Lumen der Zelle ausdringt und sich im angrenzenden Interzellularraum ausgießt in der Gestalt eines membranlosen, nukleolführenden Plasmodiums, das sich bald zu einem dünnwandigen, verzweigten und zuletzt pustelbildenden Mycelium weiterentwickelt. Das Reifestadium dauert sehr kurze Zeit, höchstens wenige Tage, vielleicht sogar bloß einige Stunden. Hat die Bildung eines interzellularen Mycels einmal begonnen, dauert es höchstens eine Woche, bis Rostpusteln mit Sporenstaub an der Oberfläche des Pflanzenorgans sich zeigen.[1])

[1]) Die Mykoplasma-Theorie wurde in ihren Hauptzügen zum ersten Male betreffs des Fortlebens der Getreideroste im Jahre 1897 promulgiert (Stockholm, Paris, Berlin). Da sie geeignet war, die bisherigen Gesichtspunkte und Richtlinien für den Kampf gegen die Pflanzenkrankheiten in wichtigen Hinsichten zu modifizieren, so ist es leicht verständlich, daß dieselbe schon vom Anfange an im Kreise von Fachleuten Unruhe und Bedenklichkeit erregen sollte. Die dagegen vorgeführten Einwände sind durch zahlreiche Erwiderungen kritisch beleuchtet und zurückgewiesen worden, u. a. in folgenden Schriften: Ann. Sc. Nat., Ser. 8, T. 15, S. 130—152, 1901; — Ark. Bot., Bd. 1, S. 139—146, 1903; — K. Sv. Vet. Ak. Handl., Bd. 39, Nr. 5, S. 4—26, 1905; — Ark. Bot., Bd. 5, Nr. 3, S. 39—54, 1905; — Biol. Zentr.-Bl., Bd. 30, S. 618—623, 1910; — Sitz. Ber.

## Getreide- und Grasroste.

Cobb, N. A., Contributions to an economic knowledge of Australian Rusts. Agr. Gaz., New South Wales, Vol. 1, 1890, S. 185—214; — Vol. 3, 1892, S. 44—68; — Vol. 4, 1893, S. 6 usw.

Eriksson, J., Über die Spezialisierung des Parasitismus bei den Getreiderostpilzen. Ber. D. Bot. Ges., Bd. 12, 1894, S. 292—331.

Eriksson, J. u. Henning, E., Die Getreideroste, ihre Geschichte und Natur sowie Maßregeln gegen dieselben. 1896, S. 1—463.

Carleton, M. A., Cereal Rusts of the United States. U. S. Dep. Agr., Div. Veg. Phys. u. Path., Bull. 16, 1899, S. 3—73.

Eriksson, J., Sur l'origine et la propagation de la Rouille des Céréales par la semence. Ann. Sc. Nat., Paris, S. 8, T. 14, 1900, S. 1—124; — T. 15, 1901, S. 1—160.

Butler, E. J., The Indian Wheat Rust Problem, Dep. Agr. India, Bull. I, 1903, S. 1—18.

Eriksson, J., Über das vegetative Leben der Getreiderostpilze. I. (mit G. Tischler) K. Vet. Ak. Handl., Stockholm, Bd. 37, Nr. 6, 1904, S. 1—19, — II. u. III., Ib., Bd. 38, Nr. 3, 1904, S. 1—18, — IV. Ib., Bd. 39, Nr. 5, 1905, S. 1—38.

Eriksson, J., Zur Frage der Entstehung und Verbreitung der Rostkrankheiten der Pflanzen. Ark. Bot., Bd. 5, Nr. 3, 1905, S. 1—54.

Foëx, E., Rouilles des Céréales. Montpellier, 1908, S. 1—116.

Ito, S., On the Uradineae Parasitic on the Japanese Gramineae, Journ. Imp. Univ., Vol. 3, 1909, S. 180—262.

Freeman, E. M. u. Johnson, E. C., The Rusts of grains in the United States. U. S. Dep. Agr., Bur. Pl. Ind., Bull. 216, 1911, S. 1—87.

### Puccinia.

Bei dieser in Arten reichsten Rostpilzgattung sind die Wintersporen zweizellig und in offenen oder bisweilen von der Oberhaut des Organs bedeckten, kreisförmigen oder langgezogenen Wundflecken zusammenstehend. Selten kommen einzellige Wintersporen unter die zweizelligen vermischt vor.

---

Ak. Wien, Mat. Nat. Kl., Bd. 119, S. 1043—1050, 1910; — Zentr.-Bl. Bakt., Abt. 2, Bd. 32, S. 453—459, 1912; — Phytopath., Vol. 11, S. 385—388, 1921 — und K. Sv. Vet. Ak. Handl., Bd. 62, Nr. 5, S. 170—186, 1921. Eine kurze Resumé über die Theorie in ihrem heutigen Stande findet man in der Schrift *„La théorie du Mycoplasma, sa portée scientifique et sa perspective pratique"*. Inst. Intern. d'Agric., Bull. Rens. agr. u. Mal. Pl., Ann. 13, Nr. 3, 12 S., Mars 1922.

## Schwarzrost.

### *Puccinia graminis* Pers.

de Bary, A., Neue Untersuchungen über die Uredineen, insbesondere die Entwickelung der Puccinia graminis und der Zusammenhang derselben mit Aecidium Berberidis. Mon.-Ber. Ak. Wiss. Berlin, Sitz. 12. Jan., 1865, S. 15—49.

Eriksson, J. u. Henning, E., Puccinia graminis Pers. In „Die Getreideroste". 1896, S. 25—130.

Eriksson, J., Neue Untersuchungen über die Spezialisierung, Verbreitung und Herkunft des Schwarzrostes. Jahrb. wiss. Bot., Bd. 39, 1896, S. 499—524.

Eriksson, J., Über die Spezialisierung des Getreideschwarzrostes in Schweden und in anderen Ländern. I. Zentr.-Bl. Bakt., Abt. II, Bd. 9, 1902, S. 560—658; — II. Ib., Bd. 48, 1918, S. 349—417.

v. Jaczewski, A., Studien über das Verhalten des Schwarzrostes des Getreides in Rußland. Zeitschr. Pfl. Kr., Bd. 20, 1910, S. 321—359.

Stakman, E. C., Levine, M. N. u. Leach, J. G., New biologic forms of Puccinia graminis. Journ. Agr. Res., Vol. 16, 1919, S. 103 bis 105.

Stakman, E. C. u. Levine, M. N., The determination of biologic forms of Puccinia graminis on Triticum Spp. Univ. Minn. Agr. Exp. Stat., Techn. Bull. 8, 1922, S. 1—10.

Melchers, L. E. u. Parker, J. H., Rust resistance in Winter-Wheat. Varieties. U. S. Dep. Agr., Bull. 1046, 1922, S. 1—30.

Stakman, E. C., Levine, M. N. u. Bailey, D. L., Biologic forms of Puccinia graminis on Varieties of Avena Spp. Journ. Agr. Res., Vol. 24, 1923, S. 1013—1017.

Stakmann, E. C. u. Levine, M. N., Puccinia graminis Poae Eriks. and Hen. in the United States. Ib., Vol. 28, 1924, S. 541—548.

Diese Pilzart hat unter sämtlichen Getreiderostpilzen zuerst die Aufmerksamkeit auf sich gezogen und ist von allen die am meisten bekannte. Sie kommt an Roggen, Weizen, Hafer und Gerste und außerdem an vielen anderen Grasarten vor. In Schweden tritt sie gewöhnlich Mitte oder Ende Juli auf und zwar auf den Formen des Wintergetreides einige Wochen früher als auf dem Sommergetreide. Sie erscheint in Form von längeren oder kürzeren, rotbraunen, mit Staub gefüllten, an Blatt und Halm zerstreuten Pusteln, besonders an den Blattscheiden, öfters aber auch in den Ähren und Rispen. Diese Pusteln bilden das Uredostadium des Pilzes. Die Uredosporen sind länglich, von Stacheln bekleidet und zeigen zwei an der Mitte der Längsseite einander gegenüber gestellte Keimporen. In feuchter Umgebung, bei Regen und Tau, keimen sie gewöhnlich in wenigen Stunden. Ein-

Fig. 63. Schwarzrost des Hafers. a. Haferhalm mit Uredo-Pusteln. — b. und c. Sommersporen, eine davon keimend. — d. Haferhalm mit Puccinia-Pusteln. — e. und f. Wintersporen, eine davon keimend. — g. Blatt von Berberis mit Becherrost. (Orig.)

det die Keimung an einer geeigneten Unterlage statt — wenn z. B. dem Hafer entnommene Sporen auf einem jungen Haferblatt zum Keimen gebracht werden — so dringt der Keimfaden in dieses ein und ruft an der inokulierten Stelle nach 8—10 Tagen eine Gruppe neuer, von ähnlichem Sporenstaub gefüllter Pusteln hervor. Mehrere Generationen folgen so während 2—3 Monaten, solange junge, grüne Sprosse vorhanden sind, aufeinander.

Bis Ende des vorigen Jahrhunderts hat man geglaubt, daß Sporen von der einen Getreideart die Krankheit auf die andere übertragen konnten, wie auch, daß das Getreide die übrigen Grasarten, an denen man Schwarzrost angetroffen hatte, anstecken und durch diese angesteckt werden konnte. Diese Annahme trifft jedoch nicht zu. Innerhalb der Schwarzrostart kommen mehrere spezialisierte Formen vor, die an je eine oder mehrere Wirtspflanzenarten mehr oder weniger bestimmt angepaßt („fixiert") sind.

Fig. 64. Uredopustel von Puccinia graminis auf Roggen. (Orig.)

In Europa hat man, nach Untersuchungen in Schweden und in Rußland, bis jetzt wenigstens neun spezialisierte Formen von Schwarzrost unterscheiden können: 1. f. sp. Tritici auf Weizen, seltener auf Roggen, Gerste und Hafer, und in Rußland auf *Triticum repens, Lolium perenne* und *Festuca gigantea.* — 2. f. sp. Secalis auf Roggen, Gerste, *Triticum repens, Elymus arenarius, Bromus secalinus* u. a. — 3. f. sp. Avenae auf Hafer, *Avena elatior, A. pubescens, Dactylis glomerata, Alopecurus pratensis, Milium effusum* u. a. (im Ganzen: Hafer und 21 Grasarten). — 4. f. sp. Airae auf *Aira caespitosa* und *A. bottnica.* — 5. f. sp. Agrostis auf *Agrostis canina, A. stolonifera* und *A. alba* — 6. f. sp. Poae auf *Poa compressa, P. pratensis, P. caesia* und *P. serotina.* — 7. f. sp. Epigaei auf *Calamagrostis Epigeios* (und *C. varia).* — 8. f. sp. Aperae auf *Apera Spica venti;* — und 9. f. sp. Arrhenateri auf *Avena elatior* (und Hafer). Eine schwarzrostige Haferpflanze kann also, praktisch gesehen, unter

den Getreidearten nur Hafer, nicht aber weder Weizen noch Roggen noch Gerste anstecken usw.

In verschiedenen Ländern scheint indessen die Spezialisierung ein und derselben Pilzart in verschiedener Weise durchgeführt zu sein. So ist z. B. die Schwarzrostform der Gerste in Schweden dieselbe wie die des Roggens, in Nordamerika dagegen dieselbe wie die des Weizens.

In Nordamerika hat man in neuester Zeit das Phänomen der Spezialisierung bei den Getreiderostpilzen weiter verfolgt. Durch Inokulationsversuche, die in sehr großer Umfassung meistenteils mit der Uredogeneration der Pilzformen auf verschiedenen Getreide- und Grasarten teils im Gewächshause teils im Freien ausgeführt wurden, hat man innerhalb ein und derselben spezialisierten Pilzform mehrere biologisch getrennte Rassen („Strains") unterscheiden können. Diese Rassen, die mit den bei zahlreichen höheren Pflanzengattungen, wie *Hieracium, Taraxacum, Rosa, Draba, Euphrasia* usw. vorkommenden sog. „Kleinarten" vergleichbar sein dürften, zeigten ihre biologische Verschiedenheit unter einander in der Weise, daß jede Rasse gegenüber den einzelnen, oft aus verschiedenen Gegenden stammenden Varietäten und Stämmen der Getreide- und Grasarten eine verschiedene Ansteckungsfähigkeit besitzt, sei es eine große oder eine kleine oder gar keine. Außerdem hat man durch mikroskopische Messungen einer großen Anzahl (Hunderten) von Sporen, teils Uredo- teils Teleutosporen, eine wahrnehmbare morphologische Differenz in der Größe und in der Form der Sporen der verschiedenen Rassen konstatieren können.

Ganz besonders hat man sich in den nordamerikanischen Versuchsanstalten mit dem Schwarzrostpilze des Weizens, f. sp. Tritici, in dieser Richtung beschäftigt. Im Jahre 1917 wurde also eine f. sp. Tritici-compacti unterschieden, welche viele Formen von Winterweizen infizierte, aber mehrere Formen Sommerweizen intact ließ. Bald folgten nach einander neue ähnliche Entdeckungen. Im Oktober 1918 war die Zahl unterscheidbarer Rassen von Weizenschwarzrost bis auf etwa ein Dutzend gestiegen, und im Jahre 1922 hatte man die Zahl von 37 solcher Pilzrassen in den Vereinigten Staaten erreicht. Die Rassen sind mit den Ziffern I bis XXXVII bezeichnet worden. Keine dieser 37 Pilzrassen hat sämtliche, etwa 130, geprüfte Varietäten von Winter- und Sommerweizen anstecken können, und keine Triticum-Spezies oder Varietät, wenn man eine einzige Varietät von *Triticum dicoccum* ausnimmt, hat sich gegen alle Pilzrassen widerstandsfähig gezeigt. Die biologischen sowie die morphologischen Eigenschaften der einzelnen Pilzrassen hat man bei mehrjährigen Untersuchungen konstant gefunden. Sie waren von Temperatur-, Licht-, Klima- und anderen Verhältnissen in der Umgebung unabhängig. Die Verbreitung dieser Pilzrassen ist noch nicht sicher bekannt. Man nimmt indessen an, daß etwa die halbe Anzahl in jedem nordamerikanischen Weizendistrikte vorkommt. In West-Kanada waren bis Dezember 1921 etwa 14 solche Rassen konstatiert worden (Newton, 1922).

Innerhalb der Schwarzrostform des Hafers, f. sp. Avenne, hat man nach einem analogen Versuchsverfahren bei Untersuchung von mehr als 100 schwarzrostiger Hafersendungen, die aus 24 Staaten des nordamerikanischen Kontinents stammten, und nach Kulturversuchen mit den darauf vorhandenen Pilzformen auf etwa 70 verschiedene Arten, Varietäten und Stämme der Avena-Gattung, im Jahre 1923 mindestens vier, wahrscheinlich fünf, verschiedene Rassen unterschieden, die sich alle konstant zeigten.

Es ist offenbar, daß durch diese Entdeckungen einer immer fortschreitenden Neubildung aus spezifischen lokalen Verhältnissen vielerlei Art hervorgerufener, neuangepaßter, wesentlich biologisch getrennter Pilzrassen das Getreiderost-Problem in hohem Grade kompliziert worden ist (Melchers u. Parker, 1922; Blaringhem, 1923). Freilich hat man konstatieren können, daß, wenn zwei verschiedene Weizenstämme gegen zwei verschiedene Pilzrassen verschieden reagieren, indem der eine Stamm gegen die eine Pilzrasse, der andere Stamm gegen die andere Pilzrasse resistent ist, es möglich ist, durch Kreuzung beider Stämme einen neuen Weizenstamm hervorzubringen, der gegen beide Pilzrassen resistent ist. Mit Rücksicht auf die mannigfaltigen, schon vorhandenen, vielleicht immer neuentstehenden Pilzrassen, sowie auch darauf, daß der Kulturwert einer Getreidevariätet nicht allein durch eine evt. vorhandene große Resistenz gegen den Rost bestimmt wird, sondern auch andere Sorteneigenschaften, wie Widerstandsfähigkeit gegen andere Parasiten (Pilze, Insekten), Strohstärke, Frühreife, Ertragfähigkeit, Winterfestigkeit (bei den Winterweizen) und Beschaffenheit der Getreidekörner (Schaldicke, Glutengehalt, Mahlvermögen) dabei in Betracht kommen, so versteht sich von selbst, daß wir, trotz der jetzt referierten, sehr mühsamen und sehr anerkennenswerten Forschungsarbeit über die so weit getriebene Spezialisierung des Getreideschwarzrostes, von der endgültigen Lösung der Getreiderostfrage, auch wenn es nur den Schwarzrostpilz gilt, noch weit entfernt sind.

Etwa zwei Wochen nach dem ersten Auftreten des Uredostadiums beginnt das Teleutostadium des Pilzes zu erscheinen. Dieses bildet langgezogene, oft zusammenfließende, von einer schwarzen Staubmasse gefüllte Wundrisse; daher der Name „Schwarzrost“. Die Wintersporen sind zweizellig, dickwandig und gegen die Spitze verjüngt. Nach natürlicher Überwinterung im Freien werden diese Sporen im nächstfolgenden Frühjahre keimfähig. Wenn die Sporen dagegen während des Winters im Zimmer — warm oder kühl — aufbewahrt worden sind oder wenn sie im Innern eines Schobers gelegen haben, können sie auch nicht im Frühjahr zum Keimen gebracht werden. Rostiges Stroh, das in der Scheune oder im Innern eines Schobers gelegen hat, ist deshalb für die Verbreitung des Rostes auf die nächstjährige Ernte ohne Bedeutung. Die Keimfähigkeit der in

natürlicher Weise überwinterten Wintersporen ist am kräftigsten im April und im Mai. Im Sommer nimmt sie mehr und mehr ab und hat im Herbst in der Regel ganz aufgehört.

Die Keimfähigkeit wird durch tiefes Unterpflügen rostigen Strohes und rostiger Stoppeln nicht unterdrückt. Rostige Strohstücke, die Mitte Oktober 20—50 cm tief vergraben wurden, zeigten, als sie am 1. Mai des folgenden Jahres heraufgeholt wurden, vorzügliche Keimfähigkeit.

Die überwinterte Winterspore keimt, wenn sie feuchtwarmer Luft ausgesetzt wird. Jede der beiden Zellen entsendet einen Keimschlauch, eine Basidie, die in mehrere Glieder querüber geteilt wird. Von diesen Gliedern werden Basidiosporen abgeschnürt, die in ihrer Ordnung keimen.

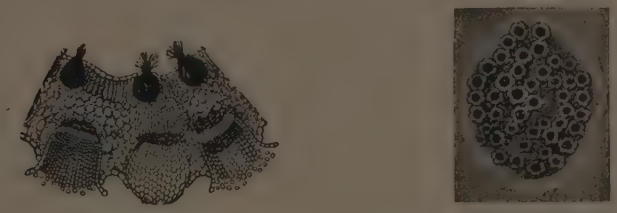
Wenn die Keimung der Basidiosporen an einem jungen Blatt, Sproß oder Fruchtknoten von dem Berberitzenstrauche *(Berberis vulgaris)* oder an einem jungen Fruchtknoten von der in Gärten bisweilen kultivierten *Mahonia Aquifolium* geschieht, so entsteht der Berberitzenfleckrost, Aecidium Berberidis. An den Berberitzenblättern erscheinen die Rostflecken fast kreisrund, an der Blattoberfläche rot, mit zahlreichen, kleinen, schwarzen Punkten, den Mündungen der in das Blatt eingesenkten, flaschenförmigen Pykniden, unterseits als große, gelbe Flecken mit zahlreichen, dicht gedrängten, offenen, röhrchen- oder becherähnlichen Aecidien. In den Pykniden werden sehr kleine, stabförmige Pyknokonidien, deren Aufgabe noch nicht bekannt ist, entwickelt. Die Aecidienröhrchen haben einen zerschlitzten, nach außen gebogenen Rand und enthalten zahlreiche, vom Boden her in perlschnurähnlichen Reihen abgeschnürte Aecidiosporen.

Der Berberitzenfleckrost tritt in Schweden in der Regel am frühesten in der späteren Hälfte des Juni auf. Die Sporen desselben keimen meistenteils sehr launenhaft und schlecht. Die Keimung wird durch kühle Nächte, abwechselnd mit warmen Tagen, etwas begünstigt.

Wenn Sporen von einem Becherrostflecken, der durch Ansteckung von einem rostigen Haferhalme entstanden ist, auf einem jungen Haferblatt keimen, so erscheint an diesem nach 8—10 Tagen eine Gruppe von Sommersporenlagern, desgl. auch,

wenn die Keimung auf jungen Blättern von irgendeiner der anderen Grasarten, welche Träger derselben Schwarzrostform wie der Hafer (f. sp. Avenae) sind, stattfindet. Wenn dagegen die Keimung der genannten Becherrostform auf Roggen, Gerste usw. vor sich geht, so entstehen keine Rostpusteln. Desgleichen ruft diejenige Becherrostform, die nach Ansteckung durch rostige Roggen- und Gerstenhalme entstanden ist, Rostpusteln an Roggen und Gerste, nicht aber an Weizen und Hafer vor.

Die soeben geschilderte, biologische Verschiedenheit der einzelnen, im Freien auftretenden Formen des Berberitzenfleck-



a b

Fig. 65. Berberitzenfleckrost. a. Berberisblatt, oben mit Pykniden, unten mit Aecidien. — b. Ein Flecken mit Becherrost aus der Blattunterseite. (b. Orig.)

rostes, deren Vorhandensein man erst am Ende des vorigen Jahrhunderts kennen gelernt hat, beeinflußt selbstverständlich nicht unwesentlich die Bedeutung der Berberitze für die Verbreitung des Schwarzrostes auf die Getreidefelder. Wenn z. B. eine Berberitze durch rostigen Hafer, *Dactylis glomerata, Alopecurus pratensis* usw. angesteckt worden ist, kann sie den Rost auf ein Haferfeld, aber nicht auf Roggen-, Weizen- oder Gerstenfelder verbreiten. Ist dagegen ein Berberitzenstrauch durch rostigen Roggen, Gerste, *Triticum repens* usw. angesteckt, kann durch ihn der Rost auf Roggen und Gerste, aber nicht auf Weizen und Hafer übertragen werden. Hierdurch wird offenbar der Anteil der Berberitze an den schweren Schwarzrostverheerungen erheblich eingeschränkt.

Betreffs der wahren *Bedeutung des Berberitzenstrauches* als Verbreiter und Förderer des Getreideschwarzrostes gehen seit alter Zeit bis in unseren Tagen die Meinungen der praktischen Landwirte sowie der wissenschaftlichen Forscher

auseinander. Einerseits, und zwar besonders in Dänemark (Kölpin-Ravn, 1918) und in Nordamerika (Davis, 1907; Kempton, 1921; Stakmann, 1923), hält man das Berberitzenstadium als ein wenigstens in Ländern mit kälterem Klima unentbehrliches (obligatorisches) Glied im Entwicklungs-Zyklus des Pilzes und fordert in Konsequens damit eine vollständige Ausrottung des Berberitzenstrauches, indem man darin ein sicheres Mittel sieht, den Schwarzrostpilz aus der Welt zu bringen. Andererseits aber hält man das Berberitzenstadium nur für ein zufälliges (fakultatives) Entwicklungsglied des Pilzes, ohne welches dieser auch fortleben kann, und demzufolge hegt man gegen einen in seiner Auswirkung so unsicheren, in der Praxis so schwer durchführbaren und dazu so kostspieligen Feldzug wie eine totale Ausrottung der Berberitze, wohlbegründete Zweifel.

Man gründet sein Bedenken wesentlich auf folgende Motive: 1. daß ein näheres Studium der älteren Fachliteratur mit einer an Sicherheit grenzenden Wahrscheinlichkeit zu dem Resultate geführt hat, daß die gramineen-bewohnenden Stadien des Pilzes (Uredo und Puccinia) als viel älter (in Jahrhunderten gerechnet) betrachtet werden müssen, als das berberitzen-bewohnende Stadium (Aecidium) desselben (Eriksson, 1918); — 2. daß eine direkte Verbreitung des Pilzes im Umkreise eines infizierten Berberitzenstrauches, in speziell dafür angeordneten Versuchen, nicht über 50 m nachgewiesen werden konnte (Eriksson, 1896); — 3. daß der Schwarzrost unabhängig von der Umgebung fortwährend in allen getreidebauenden Ländern der Welt und zwar auch in Ländern, wo die Berberitze ganz fehlt, wie Indien, Australien und Uruguay, auftritt, bisweilen Verluste von vielen Millionen Mark hervorrufend (Mc. Alpine, 1906; Eriksson, 1918; Waterhouse, 1923); — 4. daß die Versuche, die Verwüstungen an Plätzen, wo die Berberitze fehlt, mit Hilfe einer Überwinterung im Uredostadium oder einer Sporenverbreitung aus entfernten Gegenden durch die höheren Luftlagen zu erklären, in keiner Weise als überzeugend betrachtet werden können; — 5. daß die weit durchgeführte Spezialisierung der Pilzart, und zwar besonders nach den amerikanischen Spaltungen der ursprünglichen, spezialisierten Formen (formae speciales) in zahlreiche, biologisch getrennte Rassen („Strains"), die Bedeutung des Berberitzenstrauches als wirkliche Gefahr für die Getreidekultur im allgemeinen in hohem Grade herabsetzt; — 6. daß das ungleichzeitige Hervortreten des Hauptausbruches auf dem Getreide, bei der Anwesenheit von Berberitze früh im Sommer und bei der Abwesenheit derselben 1—1½ Monate später, sowie auch das in diesem Falle plötzliche, massenhafte Ausbrechen der Uredopusteln über das ganze Feld, unbedingt den Verdacht ins Leben ruft, daß neben der Ansteckung der Getreidepflanze von außen auch ein innerer Krankheitskeim als Quelle des späten Ausbruches vorhanden sein muß (Eriksson, 1900 etc.); — und 7. daß das Vorhandensein einer Symbiose zwischen

dem Plasma des Pilzes und dem der Getreidepflanze, als Mykoplasma bezeichnet, faktisch konstatiert sowie auch das Austreten des Pilzelementes aus dem Plasmastadium in ein selbständiges, schmarotzendes Mycelstadium Schritt für Schritt verfolgt worden ist (Eriksson, 1900 etc.), wodurch eine natürliche und erschöpfende Erklärung des Überwinterungsproblems möglich wird.[1])

In Konsequenz mit der Auffassung, daß der Berberitzenrost nur ein zufälliges und entbehrliches Glied im Entwicklungszyklus ist, kann man nicht umhin, es für ungerecht, ja auch unklug zu halten, ein Gesetz herauszugeben, das die Ausrottung des Berberitzenstrauches in einem Umkreis von mehr als 100 m Entfernung von den Getreidefeldern fordert, weil dadurch ein verantwortlicher Gesetzgeber Gefahr laufen könnte, durch übertrieben strenge, mangelhaft motivierte, unnötig kostspielige und zudem in ihrem Effekt zweifelhafte öffentliche Verordnungen den gesetzgebenden Behörden Schande zu machen.

Es unterliegt allerdings keinem Zweifel, daß bei dieser wie auch bei anderen Rostpilzarten viele äußere Umstände, wie Lage, Entwässerung, physikalische und chemische Beschaffenheit des Bodens, Düngung, Vorfrucht, Saatzeit, Witterungsverhältnisse usw. wesentlich dazu mitwirken, die Rostverheerung mehr oder weniger bösartig zu machen. Obschon zahlreiche Studien und Versuche zur Aufklärung der Bedeutung dieser mitwirkenden Krankheitsfaktoren unternommen worden sind, so fehlt es uns in dieser Beziehung doch noch an einer genügend umfassenden und klaren Einsicht, um die gewonnene Erfahrung für die einzelnen Fälle in wünschenswerter Weise praktisch ausnützen zu können.

*Schutzmaßregeln:* Siehe unten S. 142.

**Puccinia Phlei-pratensis** Eriks. und Hen., *Timoteengrasrost,* bildet auf Blättern, Scheiden und Halmen von *Phleum pratense* und *Festuca elatior* braune, kürzere oder längere Uredopusteln, die den entsprechenden Pusteln des Schwarzrostes sehr ähnlich

[1]) Die hier kurz skizzierte Auffassung von der wahren Bedeutung der Berberitze für die Getreidekultur findet man weiter entwickelt und motiviert in Landw. Vers. Stat. 1897, S. 83—95; in K. Vet. Ak. Handl., Bd. 39, Nr. 5, 1905, S. 4—23; in Ill. Landw. Zeit., Jahrg. 27, 1907, Nr. 41, 22. Mai; in Zentr. Bl. Bakt., Abt. 2, Bd. 48, 1918, S. 395—400; und Tidskr. Landtm., 1916, S. 793—798 und 816—819. Vgl. auch Ann. Sc. Nat., Paris, Sér. 8, T. 14, 1900, S. 119—124 (Puccinia sessilis auf Phalaris arundinacea).

sind, nur im allgemeinen etwas kleiner als diese. Bisweilen erscheinen später, namentlich an den Halmen, schwarze Teleutosporenhaufen, die an diejenigen des Schwarzrostes stark erinnern, jedoch von weit geringerer Ausdehnung sind. Man machte Versuche, diese Rostform auf die Berberitze zu übertragen; doch sind diese Versuche, abgesehen von vereinzelten und zweifelhaften Fällen, negativ ausgefallen. An *Phleum Böhmeri, Ph. Michelii* und *Ph. asperum* sind Pusteln des echten Schwarzrostes *(Puccinia graminis* f. sp. Avenae) zufällig beobachtet worden. (Eriksson, 1902.)

In Nordamerika, wo diese Pilzform seit 1882 in der Literatur bekannt ist, spielt dieselbe seit 1906 an verschiedenen Orten (Maine, Ontario, Minnesota, Iowa, Kentucky und Virginia) eine verheerende Rolle auf den Timoteengrasfeldern. Obgleich sie sich in künstlichen Kulturen dort öfter als in Europa hat auf andere Gramineenarten *(Avena sativa, Secale cereale, Festuca elatior, Dactylis glamerata, Arrhenaterium elatius* und *Poa compressa)* überführen lassen, scheint doch ihr Auftreten und ihre Verbreitung im Freien mit auf diesen auftretenden Schwarzrostformen nichts zu tun zu haben. (Kern, 1909; E. C. Johnson, 1911; Mercer, 1911; Barker u. Hayes, 1924).

## Braunrost des Roggens.

### *Puccinia dispersa* Eriks.

Eriksson, J. u. Henning, E., Puccinia dispersa. In „Die Getreideroste", 1896, S. 210—237.

Eriksson, J., Nouvelles études sur la Rouille brune des Céréales. Ann. Sc. Nat., Ser. 8, T. 9, 1899, S. 268—269.

Mains, E. B. u. Leigthy, C. E., Resistance in Rey to leaf Rust, Pucciula dispersa Erikss. Journ. Agr. Res., Vol. 25, 1923, S. 243—252.

Diese Rostart kommt nur auf Roggen vor. Die Sommersporenform (Uredo) tritt in Schweden am Winterroggen gewöhnlich Mitte Juni und am Sommerroggen ein paar Wochen später auf. Manchmal entdeckt man jedoch auf den Winterroggenfeldern vereinzelte Uredopusteln schon im vorhergehenden Herbst, etwa einen Monat nach der Saat, sowie auch sehr zeitig im Frühjahr, ein paar Wochen nachdem die Felder frei von Schnee geworden sind. Dieser vorzeitige („proleptische") Ausbruch der Krankheit hört jedoch früher oder später von selbst auf und steht mit dem eigentlichen, im Hochsommer erfolgenden Hauptausbruch in keinem direkten Zusammenhang.

Die Uredopusteln bilden an der Blattspreite, und zwar meistens an deren Oberseite, kleine schokoladenbraune, unregelmäßig zerstreute Flecken. Die Sporen sind kugelig und keimen in der Regel leicht.

Einige Wochen nach dem Hervorbrechen der Uredopusteln sieht man an der Blattunterseite die schwarzen, von der Oberhaut des Blattes bedeckten Gruppen von Teleutosporen, die bei dieser Rostart schon im selben Herbst, sobald sie ihre volle Entwicklung und Reife erreicht haben, keimfähig sind. Findet die Keimung an jungen Blättern oder anderen Teilen der Ackerochsenzunge *(Anchusa arvensis)* oder der echten Ochsenzunge *(A. officinalis)* statt, so entsteht an diesen Becherrost *(Aecidium Anchusae)*. Diese Becherrostform trifft man im südlichsten Schweden zuweilen im August und September auf den genannten Arten, wo diese als Unkräuter auf Kartoffelfeldern, an Wegrändern usw. wachsen. Im mittleren und nördlichen Schweden dagegen ist diese Rostform selten. Die genannten Ochsenzungenarten sind dort, auch wenn stark braunrostiger Roggen in der nächsten Nachbarschaft wächst, meistens von dem Becherrost nicht befallen. Die Becherrostsporen keimen leicht und schnell. Wenn junge Sprosse oder Pflanzen von Roggen in der unmittelbaren Nähe der rostigen Unkräuter wachsen, wird der Roggen bald angesteckt, und Uredopusteln treten an demselben innerhalb 8—10 Tage auf. Beim Eintritt der Winterkälte sterben alle oberirdischen Teile der Ochsenzungenarten — von *Anchusa arvensis* die ganze Pflanze — ab, mit Ausnahme der Früchte, und dabei wird auch das Becherroststadium des Pilzes vernichtet. Letzteres kann infolgedessen zur Entstehung neuen Roggenbraunrostes in einem folgenden Jahre in keiner Weise mitwirken. Auch findet hier keine Überwinterung der Teleutosporen statt, sondern diese keimen alle schon im Herbst aus. Da außerdem kein überwinterndes Uredostadium, weder in Form von Sporen noch von Mycel, hat nachgewiesen werden können, so ist man genötigt anzunehmen, daß diese Pilzart ausschließlich als vegetatives Plasma überwintert.

In Nordamerika, wo diese Rostart eine sehr große ökonomische Rolle spielt — im Jahre 1919 wurde die Roggenernte der Vereinigten Staaten um 538000 Bushels reduciert — hat man in neuerer Zeit um-

fassende Versuche mit mehr als 60 verschiedenen Roggenvarietäten ausgeführt, um ihre Widerstandsfähigkeit gegen diese Rostart zu prüfen. Bei keiner Varietät fand man eine allgemeine Resistenz, wohl aber bei einzelnen Individuen vieler Varietäten eine auffällige Widerstandseigenschaft, ja oft fast vollständige Immunität gegen den Pilz.

In Nordamerika hat man auch in neuerer Zeit beobachtet, daß dort eingesammeltes Material von Teleutosporen in gewissen Fällen nach Überwinterung keim- und infektionsfähig war (Mains u. Jackson, 1924).

*Schutzmaßregeln:* Siehe unten S. 142.

## Braunrost des Weizens.

### *Puccinia triticina* Eriks.

Eriksson, J., Nouvelles études sur la Rouille brune des Céréales. Ann. Sc. Nat., Ser. 8, T. 9, 1899, S. 270—271.

Eriksson, J., Puccinia triticina. Ann. Sc. Nat., Paris, Ser. 8. T. 14, 1900, S. 84—89.

Jackson, H. S. u. Mains, E. B., Aecial stage of the Orange leafrust of Wheat, Puccinia triticina Eriks. Journ. Agr. Res., Vol. 22, 1921, S. 151—172.

Diese Rostart greift nur Weizen an. Sie tritt in Schweden am Winterweizen gewöhnlich in der ersten oder zweiten Woche des Juni und am Sommerweizen zwei bis drei Wochen später auf. Sie bildet kleine, zerstreute, schokoladenbraune Uredo-Wundflecken an den Blättern, und zwar meist an deren Oberseite. Die Sporen sind kugelig und keimen ungleichmäßig, oft schlecht. Ein paar Wochen nach dem ersten Hervortreten dieser Wunden findet man das Wintersporenstadium des Pilzes als schwarze, reihenweise geordnete Sporengruppen an der Blattunterseite, bei schweren Angriffen auch an den Blattscheiden. Diese Sporengruppen sind von der Oberhaut des Organes bedeckt. Die Sporen, welche dasselbe Aussehen zeigen, wie die Wintersporen des Roggen-Braunrostpilzes,überwintern und werden erst im nächsten Frühjahr keimfähig.

In Nordamerika hat man in neuester Zeit durch künstliche Inokulationsversuche im Gewächshaus ein Aecidium-Stadium dieses Pilzes auf gewissen Arten der Gattung *Thalictrum,* speziell auf *Th. Delavayi* und *Th. flavum* hervorgerufen. Im Freien ist ein solches Aecidium niemals angetroffen.

*Schutzmaßregeln:* Siehe unten S. 142.

Fig. 66. Braunrost des Roggens. a. Roggenblatt mit Uredo-Pusteln. — b. und c. Sommersporen, eine davon keimend. — d. Roggenblatt mit Puccinia-Flecken. — e. Wintersporensammlung. — f. Keimende Winterspore. — g. Blatt der Ackerochsenzunge mit Becherrost. (Orig.)

**Puccinia bromina** Eriks. bildet braune, später schwarze Wundflecken auf Blättern, Halmen und Spelzen verschiedener Trespenarten, wie *Bromus arvensis, B. asper, B. secalinus, B. racemosus, B. mollis, B. sterilis, B. tectorum* u. a., aber in Schweden, so weit man kennt, nicht auf *B. erectus* und *B. inermis.* Auf den beiden letztgenannten Trespenarten ist in südlicheren Ländern, wie in der Schweiz, eine ähnliche, aber wirtswechselnde Art **Puccinia Symphyti-Bromorum** F. Müll. gefunden worden, die ein Becherroststadium auf *Symphytum officinale* und *Pulmonaria montana* erzeugt. Diese beiden Rostarten werden oft identifiziert, ob mit Recht, ist noch nicht entschieden.

Fig. 67. Braunrost des Weizens. a. Weizenblatt mit Uredopusteln. — b. Weizenblatt und c. Weizenhalm mit Pucciniaflecken. (Orig.)

**Puccinia holcina** Eriks. bildet rotgelbe Wundflecken an den Blättern und später schwarze unterbrochene Streifen an den Blattscheiden des wolligen Honiggrases *(Holcus lanatus)* und des weichen Honiggrases *(Holcus mollis).*

**Puccinia Triseti** Eriks. erzeugt auf dem Goldhafer *(Trisetum flavescens)* kleine, ziemlich gleichmäßig zerstreute, hellgelbe Pusteln an der Oberfläche der Blätter, später schwarze Flecken an deren Unterseite.

## Gelbrost.

*Puccinia glumarum* (Schm.) Eriks. u. Hen.

Eriksson, J. u. Henning, E., Puccinia glumarum. In „Die Getreideroste", 1896, S. 141—209.
Eriksson, J., Puccinia glumarum. Ann. Sc. Nat., Ser. 8, T. 14, 1900, S. 54—84, und T. 15, 1901, S. 82—129.
Eriksson, J., u. Tischler, G., Puccinia glumarum in der heranwachsenden Weizenpflanze. K. Vet. Ak. Handl., Bd. 27, Nr. 6, 1904, S. 1—19.
Eriksson, J., Puccinia glumarum in der heranwachsenden Gerstenpflanze, Ib., Bd. 38, Nr. 3, 1904, S. 1—18.

Eriksson, J., Das Uredostadium des Pilzes im Dienste der Überwinterung. Ark. Bot., Bd. 5, Nr. 3, 1905, S. 1—26.
Hungerford, C. W. u. Owens, C. E., Specialized Varieties of Puccinia glumarum and Hosts for Variety Tritici. Journ. Agr. Res., Vol. 25, 1923, S. 363—401.
Foex, E., Quelques observations sur les conditions qui favorisent le développement et l'extension des Rouilles des Céréales, Rev. Path, Veg. u. d'Ent. Agr., Paris, T. 11, 1924, S. 32—41.
Humphrey, H. B., Hungerford, C. W. u. Johnson, A. G., Stripe Rust (Puccinea glumarum) of Cereals and grasses in the United States. Journ. Agr. Res., Vol. 29, 1924, S. 209—227.

Neben dem Schwarzrost nimmt der Gelbrost als Verderber unserer Getreidefelder den ersten Platz ein. Er befällt Weizen, Gerste, Roggen und verschiedene Grasarten.

Am schwersten verheerend tritt der Gelbrost im ganzen nördlichen Europa an Weizen, namentlich Winterweizen, auf. Der hauptsächliche Ausbruch desselben an Winterweizen beginnt dort gewöhnlich Mitte oder Ende Juni. Der Pilz erscheint dann, und zwar etwa gleichzeitig und gleichförmig auf jeder Pflanze großer Bestände, an den schon meterhohen Pflanzen, meistens an einem der mittleren, sonst kräftig wachsenden und dunkelgrün gefärbten Blätter. Er bildet an der Oberseite kleine zitronengelbe, in langen Linien angeordnete Uredopusteln. Jeden Tag brechen neue Pusteln als Fortsetzung der alten hervor, bis nach ein paar Wochen die ganze Blattoberfläche zum größten Teil oder sogar vollständig mit gelben Pusteln bedeckt ist. In bösartigen Jahrgängen kommt er zuletzt auch in den Ähren, an der Innenseite der Spelzen, ja sogar in der Schale der jungen Getreidekörner zum Vorschein. Die Sporen sind kugelig und keimen meistenteils schlecht.

Ein paar Wochen nach dem ersten Hervortreten der Uredopusteln zeigt sich das Teleutostadium des Pilzes, und zwar zunächst an den zuerst erkrankten Blättern und deren Scheiden. Diese Sporengruppen bilden, besonders an den Scheiden, lange Reihen von sehr kleinen, braunen, nachher schwarzen Punkten und sind von der Oberhaut des Organs bedeckt. In schweren Fällen treten sie schließlich an der Innenseite der Spelzen und in der Kornwand auf. Solche Körner schrumpfen bei der Reife ein und werden als „Rostkörner" bezeichnet. In der Ökonomie des Pilzes spielen jedoch diese Körner keine wesentliche Rolle.

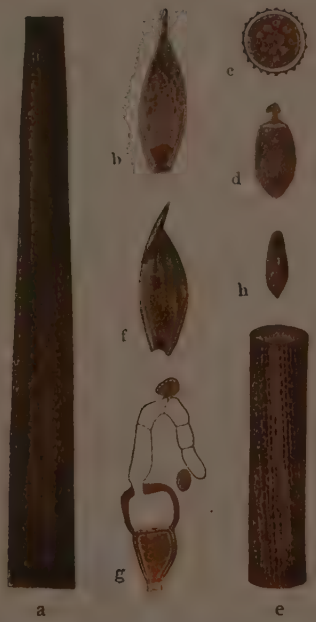



Fig. 68. Gelbrost des Weizens. a. Weizenblatt und b. Deckspelze mit Uredo-Pusteln. — c. Sommerspore. — d. Junges Weizenkorn mit Uredo-Flecken unter der Kornschale. — e. Weizenhalm und f. Deckspelze mit Puccinia-Häufchen. — g. Keimende Winterspore. — h. Geschrumpftes, reifes Rostkorn. (Orig.)

Die Teleutosporen keimen schon im Spätherbst zur Saatzeit des Winterweizens. Wahrscheinlich dringt der Pilz dann auch in die Keimpflanze hinein, um nach einem ein- bis mehrmonatlichen, im Inneren derselben verborgenen Plasmaleben endlich in Form offener Uredopusteln an den Blättern und Halmen der erwachsenen Pflanze hervorzubrechen. Es sind allerdings noch keine einwandfreien, weder anatomischen noch experimentellen Beweise für diese Annahme vorgebracht worden. Zahlreiche Beobachtungen im Freien, sowie auch andere Gründe, unter welchen speziell die überaus reiche, sonst bedeutungslose Produktion von Teleutosporen zu beachten ist, sprechen indessen für die Annahme, und die wissenschaftlichen Beweise dafür werden wohl nicht allzulange auf sich warten lassen.

Fig. 69. Gelbrost des Weizens. a. Junge Weizenpflanze mit Uredopusteln auf dem ersten Blatte (proleptischer Ausbruch). — b. Rostiges Blatt der Keimpflanze im Durchschnitt. (Orig.)

Alle Inokulationsversuche mit Teleutosporen dieser Pilzart sind bis jetzt ohne sichtbare Ergebnisse geblieben, sei es, daß sie an Grasarten oder an anderen Pflanzen ausgeführt worden sind. Es dürfte kein Becherroststadium bei diesem Pilze vorkommen.

Nicht gerade selten kann man bei dieser Art, wie bei dem Braunrost des Roggens, außer dem eben geschilderten normalen, im Hochsommer stattfindenden Hauptausbruche, auch schwächere oder schwerere Ausbrüche der Krankheit an Winterweizen, und zwar teils im Spätherbst (in Schweden von Mitte Oktober bis zur Zeit des eigentlichen Eintritts des Winters) an den jungen Keimpflanzen, teils sehr zeitig im folgenden Frühjahr (von Ende April oder von Anfang Mai an) beobachten. Keiner dieser Ausbrüche steht jedoch in direktem Zusammenhange mit dem

Mitte oder Ende Juni erfolgenden Hauptausbruch. Der Herbstausbruch wird durch den Winter unterbrochen, und auch der Ausbruch im Frühjahr ist durch eine kürzere oder längere rostfreie Periode vom Sommerausbruch getrennt. Sie sind nur als vorzeitige („proleptische") Krankheitsausbrüche zu betrachten und sind also mit den nicht seltenen Fällen vergleichbar, wo höhere Pflanzen, die normalerweise im Frühjahr blühen, infolge besonderer Witterungsverhältnisse schon im verhergehenden Herbst eine Anzahl Blüten entwickeln. Starke proleptische Krankheitsausbrüche brauchen nicht als sichere Vorboten eines schweren Rostjahres angesehen zu werden (Eriksson, 1905). Die Entstehung eines solchen beruht hauptsächlich auf den Witterungsverhältnissen im Mai und Juni.

In Europa, wo diese Pilzart seit mehr als 100 Jahren (1815), lange unter dem Kollektivnamen *Puccinia Rubigo vera* DC. mit einbegriffen, in der Literatur bekannt ist, hat man folgende spezialisierten Formen unterschieden: 1. f. sp. Tritici auf *Triticum vulgare* — 2. f. sp. Secalis auf *Secale cereale* — 3. f. sp. Hordei auf *Hordeum vulgare*. — 4. f. sp. Elymi auf *Elymus arenarius* und — 5. f. sp. Agropyri auf *Agropyrum repens*. Außerdem hat man dort diesen Pilz auf 9 anderen *Triticum*- und auf 2 anderen *Hordeum*-Arten, sowie auch auf 2 *Aegilops*-, 1 *Dactylis*- und 1 *Calamagrostis*-Spezies konstatiert.

Die Hauptwirtspflanze ist, wenigstens in Nordeuropa, der Weizen. Bisweilen ist aber diese Rostart auch auf Roggen sehr zerstörend aufgetreten. Dies geschah z. B. im Jahre 1904 in Österreich, wo der Winterroggen stellenweise bis zu 30 % und der Sommerroggen bis zu 75 % befallen war und das Getreide vielerorts noch grün abgemäht werden mußte (Köck, 1904).

Im westlichen Nordamerika, wo der Gelbrostpilz zuerst im Jahre 1915 in den Gegenden von Pacific Coast und Rocky Mountain entdeckt wurde (Kölpin-Ravn), kommt der Pilz auf dem gewöhnlichen Weizen, Gerste, Roggen, Spelz und Emmer, sowie auch auf 33 wilden Grasarten vor. Bei künstlichen Inokulationen ist er außerdem auf 26 andere Grasarten übertragen worden. Im Ganzen sind also 59 Spezies von wilden Gräsern in den Vereinigten Staaten von Nordamerika als Gelbrostwirte bekannt. Die spezialisierte Pilzform des Weizens, f. sp. Tritici, kann auf Roggen (in gewissen Fällen) und auf Gerste (in seltenen Fällen) übersiedeln, sowie auch auf 47 wilde Gräser; unter diesen finden sich 19 *Bromus*-, 11 *Agropyrum*-, 7 *Hordum*-, 7 *Elymus*-,

1 *Hystrix*-, 1 *Phalaris*- und 1 *Sitanion*-Spezies. Dazu kommen noch 12 Grasarten, auf welchen man im Freien Gelbrost gefunden hat, dessen eventuelle Zusammenhörigkeit mit der Pilzform des Weizens noch nicht geprüft worden ist. Man hat Ursache anzunehmen, daß zwei oder mehrere verschiedene Stämme („Strains") von f. sp. Tritici in Nordamerika vorkommen (Hungerford u. Owens, 1923). Neben dieser Form ist auch da f. sp. Hordei konstatiert worden.

Gegenüber dieser Rostart zeigen verschiedene Sorten ein und derselben Getreideart verschiedene Empfänglichkeit. In erster Linie gilt dies von den Winterweizensorten. Man kann zwischen a) sehr empfänglichen, b) weniger empfänglichen und c) fast unempfänglichen unterscheiden. Zur ersten Gruppe gehört eine nicht große Anzahl europäische Weizensorten, u. a. Schwedischer, weißähriger Samtweizen, sowie mehrere nordamerikanische, in Nordeuropa geprüfte Sorten, wie Michigan Bronce, Horsford's Pearl- und Landreth's Hard-Wheat. Zu der zweiten Gruppe, welche solche Sorten umfaßt, die in normalen Jahren durch die Krankheit wenig leiden und nur in sog. „Gelbrostjahren" stark angegriffen werden, ist die Mehrzahl der seit alters gebauten Weizenformen zu zählen. Die dritte Gruppe, die solche Sorten umfaßt, welche überhaupt keinen nennenswerten Schaden nehmen, enthält Varietäten von Hartweizen *(Triticum durum)*, Englischem Weizen *(T. turgidum)* und Einkorn *(T. monococcum)*.

Die Erfahrung hat gelehrt, daß der Befall durch diese Rostart auf ein und derselben Weizensorte, auch wenn es die allerempfänglichsten Sorten gilt, und an ein und demselben Platze in verschiedenen Jahrgängen sehr ungleich sein kann, und zwar auch dann, wenn die extremen Jahre unmittelbar nacheinander folgen und die Aussaatkörner des einen Jahres von der Ernte des vorigen Jahres direkt abstammen. Dies fand z. B. auf einem Versuchsfelde bei Stockholm mit den Parzellen von Michigan Bronze-Weizen in den 4 Jahrgängen 1890—1893 statt. Das Jahr 1890 wurde ein „Gelbrostjahr", das Jahr 1891 ein „Nichtgelbrostjahr", das Jahr 1892 wieder ein „Gelbrostjahr" und das Jahr 1893 ein „fast rostfreies Jahr". Die großen Verschiedenheiten der einzelnen Jahrgänge ließen sich nicht durch wechselnde Witterungsfaktoren, Saatzeiten oder dergl. genügend erklären.

Man hat sich vorgestellt, daß die größere oder geringere Widerstandsfähigkeit einer gewissen Weizensorte eine konstante, innewohnende Eigenschaft der Sorte sei und daß eine große Resistenz bei einer Sorte, die vielleicht in anderen Hinsichten, wie Winterfestigkeit, Ertragsfähigkeit usw. minderwert war, sich mit einer in dieser Beziehung vollwertigen anderen Sorte durch Kreuzung kombinieren ließe. Ja, man gab sich sogar der Hoffnung hin, daß man durch die im Laufe der zwei letzten Jahrzehnte durchgeführten Kreuzungs- und Veredlungsarbeiten (Biffen, 1907; Nilson-Ehle, 1909, 1911) schon so weit gekommen sei, daß unsere Herrschaft über den Weizengelbrost sichergestellt sei. Leider hat sich indessen diese Hoffnung durch neueste Erfahrungen als trügerisch erwiesen.

Fig. 70. Ähren von Michigan-Bronce-Weizen, geerntet bei Stockholm 1890—1893. 1890 „schweres Gelbrostjahr"; 1891 „Nicht-Gelbrostjahr"; 1892 „Schweres Gelbrostjahr" und 1893 „fast gelbrostfreies Jahr". Die Saatkörner des einen Jahres waren aus der Ernte des vorigen Jahres genommen worden. (Orig.)

Kommt ein Jahr, in welchem die kombinierten Witterungsverhältnisse (Temperatur, Feuchtigkeit, Licht, Wind, Luftdruck, Elektrizität usw.) für die Entwicklung des Gelbrostpilzes besonders günstig sind, so kann eine Weizensorte, die sich in einer Reihe von Jahren sehr resistent gezeigt hat, ganz plötzlich und unerwartet stark von Gelbrost befallen werden. In Südschweden (Schonen), wo die Weizenkultur allgemein sehr hoch steht und die am höchsten veredelten Weizensorten fast überall gebaut werden,

traf im Jahre 1919 ein solcher Fall ein. Es zeigten sich dort die allermeisten Winterweizenfelder mehr oder weniger stark von Gelbrost befallen, während in den Jahren 1917 und 1918 daselbst fast keine Spur von Gelbrost zu entdecken war (Erikson, 1922). Ein anderer ähnlicher Fall trat daselbst im Jahre 1923 ein, wo die sonst sehr resistente Weizensorte Pansar II stark gelbrostbefallen wurde, während die Sorten Pansar III, Riddar, Standard, Fylgia und Solo II sich relativ immun zeigten (Nilson-Ehle, 1923).

Man dürfte aus diesen Erfahrungen schließen können, daß die Frage der Bekämpfung des Gelbrostes der Getreidearten keineswegs durch die bis jetzt ausgeführte Züchtungsarbeit schon als gelöst betrachtet werden kann. Die Getreiderostfrage im allgemeinen ist fürwahr nicht als ein einfacher Detailabschnitt ins Programm der Veredlungslehre zu fassen. Zum tieferen Verständnisse und zur richtigen Aufklärung derselben sind die Mendel'schen Gesetze und die Mendel'sche Arbeitsmethode, die sich ja nicht auf die Ausforschung des Lebens und der Bedingungen des Parasits, sondern auf die höhere Veredlung der Nährpflanze einrichten, in keiner Weise hinreichend. Eine besondere Schwierigkeit bietet auch das unsichere Hervortreten des Gelbrostes in verschiedenen Jahrgängen, wodurch das Verfolgen der Untersuchungen nach dem Mendel'schen Prinzip sich schwer durchführen läßt. Die Krankheitsphänome fordern ihre speziellen Ausgangspunkte und Arbeitspläne, wenn wir in unseren Bestrebungen, die Krankheiten zu beherrschen, einmal wesentlich vorwärts kommen sollen. Willig oder unwillig muß der Pflanzenzüchter in seiner fortgesetzten Arbeit mit der Existenz einer eventuellen inneren Krankheitsquelle rechnen, wenn er zu endgültiger Lösung der Krankheitsprobleme gelangen soll. So lange man darauf beharrt, die Eventualität eines inneren Krankheitskeimes im Saatkorn oder in überwinternden Stammteilen abzuweisen, wird man sicherlich nie das erwünschte Ziel erreichen.

*Schutzmaßregeln:* Siehe unten S. 143.

## Kronenrost des Hafers.

### *Puccinia coronifera* Kleb.

Eriksson, J. u. Henning, E., Puccinia coronata Corda. In „Getreideroste", 1896, S. 240—258.

Eriksson, J., Neue Beobachtungen über die Natur und das Vorkommen des Kronenrostes. Centr. Bl. Bakt., Abt. 2, 1897, S. 291—308.

Eriksson, J., Puccinia coronifera. Ann. Sc. Nat., Paris, Ser. 8, T. 14, 1900, S. 90—98.

Eriksson, J., Neue Studien über die Spezialisierung der grasbewohnenden Kronenrostformen. Ark. Bot., Bd. 8, Nr. 5, 1908, S. 1—26.

Mühlethaler, I., Infektionsversuche mit Rhamnus befallenden Kronenrosten. Centr. Bl. Bakt., Abt. 2, 1911, S. 386—419.
Melhus, J. E., Dietz, S. M. u. Willey, F., Alternate hosts and biologie specialization of crown rust in America, Jowa Agr. Exp. St. Res., Bull. 72, 1922, S. 211—236.

Diese Rostart befällt den Hafer und außerdem verschiedene andere Grasarten. In Schweden tritt das Uredostadium auf dem Hafer ziemlich spät im Sommer, Ende Juli oder Anfang August, auf. Dasselbe bildet sowohl an den Spreiten wie an den Scheiden der Blätter kürzere oder längere, orangegelbe Pusteln. Die Sporen sind kugelig und keimen sehr leicht. Ein bis zwei Wochen später erscheint das Wintersporenstadium in Form ringförmig um die Uredopusteln geordneter, schwarzer, von Blattoberhaut bedeckter Flecken. Die Teleutosporen tragen an der Spitze einen Kranz stumpfer Auswüchse; daher der Name „Kronenrost". Sie sind echte Wintersporen, die erst nach erfolgter Überwinterung im folgenden Frühjahre auskeimen.

Fig. 71. Kronenrost des Hafers. a. Haferblatt mit Uredopusteln. — b. Sommerspore. — c. Haferblatt mit Puccinia-Flechten. — d. u. e. Wintersporen, die eine keimend. — f. Blatt des Kreuzdorns mit Becherrost. (Orig.)

In nördlicheren Gegenden (Nord- und Mittelschweden) ist diese Rostart nur von untergeordneter Bedeutung. In Mitteleuropa dagegen tritt dieselbe häufig und kräftig auf und scheint dort die Hauptrostart des Hafers zu sein.

Von dieser Rostart hat man in Europa folgende spezialisierte Formen unterschieden: 1. f. sp. Avenae auf *Avena sativa* und *A. brevis;* — 2. f. sp. Alopecuri auf *Alopecurus pratensis* und *A. arundinaceus,* dann und wann übertragbar auf *Avena sativa;* — 3. f. sp. Festucae auf *Festuca elatior, F. gigantea,*

*F. arundinacea* (Schweiz), *F. varia* und *F. alpina;* — 4. f. sp. Lolii auf *Lolium perenne, L. temulentum, L. rigidum, L. italicum* und *L. remotum* var. *aristatum,* in gewissen Fällen auch übertragbar auf *Festuca elatior;* — 5. f. sp. Glyceriae auf *Glyceria aquatica;* — 6. f. sp. Agropyri auf *Agropyrum repens;* — 7. f. sp. Epigaei auf *Calamagrostis Epigeios,* in seltenen Fällen übertragbar auf *Avena sativa;* — 8. f. sp. Holci auf *Holcus lanatus;* — und 9. f. sp. Bromi auf *Bromus erectus, Br. er.* var. *canadensis, Br. inermis, Br. sterilis, Br. tectorum, Br. secalinus* und *Br. commutatus.*

In Nordamerika scheint die Spezialisierung von *Puccinia coronata* Corda in anderer Weise durchgeführt zu sein. Die dort am meisten vom Kronenrost befallenen Gräser sind *Avena sativa, Calamagrostis canadensis, Lolium perenne* und *Holcus lanatus.* Die Form des Hafers ließ sich auf 16, die Form der *Calamagrostis* auf 14 und die Form des *Lolium* auf 13 andere Grasarten übertragen, während die Form des *Holcus* nur auf dieselbe Gattung ging.

Wenn die Wintersporen nach erfolgter Überwinterung an einem jungen Blatte von *Rhamnus cathartica* keimen, so entsteht auf demselben innerhalb 8—10 Tagen eine Art von Becherrost (*Aecidium Catharticae).* Die Becherrostsporen keimen leicht und erzeugen Uredopusteln auf den Grasarten, an welche die vorliegende Form angepaßt ist.

In Nordamerika haben die Kronenrostformen von *Avena sativa, Calamagrostis canadensis, Lolium perenne* und *Holcus lanatus* als Aecidienträger *Rhamnus cathartica, Rh. Frangula, Rh. lanceolata, Rh. alnifolia, Rh. caroliniana, Rh. californica* und *Rh. puschiana,* insbesondere aber *Rh. cathartica* und *Rh. lanceolata.* Die Zerspaltung der alten Corda'schen Spezies *coronata* in zwei Arten: *Puccinia coronifera* Kleb. und *P. coronata* (Corda) paßt also nicht für Nordamerika.

*Schutzmaßregeln*: Siehe unten S. 142.

**Puccinia coronata** (Corda) Kleb. unterscheidet sich von der soeben beschriebenen Kronenrostspezies morphologisch u. a. dadurch, daß eine ringförmige Anordnung der Teleutosporengruppen um das Uredohäufchen herum hier kaum zu entdecken ist. Diese Art entwickelt ihr Aecidium *(Aecidium Frangulae)* auf *Rhamnus Frangula.* Man hat folgende spezialisierte Formen derselben unterschieden: 1. f. sp. Calamagrostis auf *Calamagrostis arundinacea (? C. lanceolata, C. phragmitoides, C.*

*calybaea)*, in seltenen Fällen übertragbar auf *Phalaris arundinacea* — 2. f. sp. Phalaridis auf *Phalaris arundinacea*, in seltenen Fällen übertragbar auf *Calamagrostis arundinacea;* — und 3. f. sp. Agrostis auf *Agrostis vulgaris* und *A. stolonifera*. Inwiefern die Formen auf *Holcus mollis* und *H. lanatus* (? f. sp. Holci), auf *Agropyrum repens* (? f. sp. Agropyri) und auf *Melica nutans* (? f. sp. Melicae) auch selbständige spezialisierte Formen sind oder nicht, läßt sich infolge unzureichender Inokulationsversuche noch nicht entscheiden (Eriksson, 1908).

## Zwergrost der Gerste.

### *Puccinia simplex* (Kcke.) Eriks. u. Hen.

Eriksson, J. u. Henning, E., Puccinia simplex. In „Getreideroste", 1896, S. 238—240.

Tranzschel, W., Erfolgreiche Versuche mit Uredineen, deren Wirtswechsel bis jetzt unbekannt war. Myc. Centr. Bl., B. 4, 1904, S. 70.

Fig. 72. Zwergrost der Gerste. a. Gerstenblatt mit Uredopusteln. — b. Sommerspore. — c. Blatt und d. Halm mit Puccinia-Flecken. — e. Wintersporen. (Orig.)

Diese Rostart kommt nur auf Gerste vor. Die eigentliche Zeit der Verheerung tritt verhältnismäßig spät im Sommer, im August, ein. Der Pilz zeigt sich an den Blättern in Form äußerst kleiner, zuletzt über die ganze Oberfläche zerstreuter, hellgelber Uredopusteln und später an der Blattunterseite und an den Scheiden in Form braunschwarzer, unterbrochener Streifen. Die Wintersporen sind zum großen Teil einzellig. Nicht selten erscheint der Pilz auch in den Ähren und an den Spelzengrannen. Diese Art hat in Dänemark und Deutschland öfters bedeutenden Schaden angerichtet.

Bei künstlichen Kulturversuchen hat man mit Material von Teleutosporen, das auf der Krim eingesammelt worden war, im Jahre 1909 ein

Aecidium-Stadium dieses Pilzes auf *Ornithogalum umbellatum* (reichlich) und auf *O. narbonense, Muscari botryoides, M. tenuiflorum, Scilla sibirica* und *Allium angulosum* erzeugen und mit Sporen aus diesem Aecidium-Stadium Uredo- und Teleutopusteln auf *Hordeum vulgare* hervorrufen können. Da indessen diese Becherrostform, welche wahrscheinlich mit dem *Aecidium ornithogaleum* Bub. identisch sein dürfte, höchst selten im Freien beobachtet worden ist, so kann dieses Stadium in der Entwicklungsgeschichte dieses Pilzes kaum eine praktische Rolle spielen.

Ähnliche Infektionsversuche mit gleichem Resultat sind in Nordamerika in den Jahren 1921—1923 ausgeführt worden (Mains u. Jackson, 1924).

*Schutzmaßregeln:* Siehe unten S. 142.

**Puccinia Maydis** Bér., „Maisrost", tritt auf *Zea Mays* an beiden Seiten der Blätter in Form langgezogener, erhöhter, brauner Flecken von Sommersporen auf, die bald von schwarzen, lange bedeckten Streifen von Wintersporen begleitet werden. Der Pilz dürfte in Amerika einheimisch sein. In Europa wurde er zum ersten Male in Holland im Jahre 1837 beobachtet. Jetzt ist er in allen maisbauenden Ländern verbreitet.

Verschiedentlich hat man den Pilz auf *Oxalis*-Arten übertragen und zur Aecidienbildung treiben können. So im Jahre 1904 auf *Oxalis cymosa* in Nordamerika, im Jahre 1905 auf *O. corniculata* in Rußland und im Jahre 1912 auf *O. stricta* und *O. tropaeoloides* in Österreich. Da indessen diese Becherrostform, *Aecidium Oxalidis,* im Freien äußerst selten in Amerika und nur einmal in Europa, in den 80er Jahren in Tirol (Bozen), gefunden worden ist, so kann dieses Stadium in der Ökonomie des Pilzes keine praktische Rolle spielen.

Bei dieser Rostart ist keine Spezialisierung wahrgenommen worden, doch scheinen die einzelnen Zea-Formen dem Pilz gegenüber verschieden empfänglich zu sein, und zwar am stärksten *Zea saccharata,* bis zu 74 %, am wenigsten *Zea everta,* bis zu 22 % (Arthur, 1904; Hecke, 1906; Weber, 1922).

## Hexenbesenrost der Berberitze.

*Puccinia Arrhenatheri* (Kleb.) Eriks.

Eriksson, J., Studien über den Hexenbesenrost der Berberitze. Beitr. Biol. Pfl., 1896, Bd. 8, S. 1—16.

Eriksson, J., Fortgesetzte Studien über die Hexenbesenbildung bei der gewöhnlichen Berberitze. Ibid., 1900, Bd. 8, S. 111—127.

Diese Rostart tritt auf französischem Raygras *(Avena elatior)* in Form kleiner, runder, gelber Uredoflecken an der Blattober-

seite auf. An der Unterseite werden, obwohl spärlich, die Wintersporenhaufen ausgebildet. Die Wintersporen keimen im Frühjahr. Findet die Keimung an den jungen Berberis-Knospen statt, die in den Achseln der an den im Vorsommer auswachsenden Langsprossen vorhandenen Stacheln sitzen, so dringt der Pilz in diese Knospen ein und ruft nach einem Jahre rostige Rosetten an dem aus der Knospe ausgebildeten Sprosse hervor. Die Inkubationszeit des Pilzes beträgt also hier ein ganzes Jahr. An dem in-

Fig. 73. Puccinia Arrhenatheri. a. Uredopusteln und b. Pucciniaflecken auf Blättern des französischen Raygrases. — c. Berberissproß, im vorausgegangenen Jahre in den Knospen der kranken Blattrosetten infiziert. — d. Ausgebildeter Hexenbesen einer Berberitze. (Orig.)

fizierten Sprosse können gesunde Rosetten mit den kranken wechseln, was dadurch bedingt wird, daß Infektion nicht an allen Knospen stattgefunden hat, sondern an einigen ohne Erfolg geblieben ist. In den erkrankten Knospen sind sämtliche Blätter zuerst mit Pykniden, nachher mit Aecidien *(Accidium graveolens*

Shutt.) voll überdeckt. Die Blätter der kranken Rosetten, sowie auch der Zweig, an dem sie sitzen, werden kümmerlich entwikkelt. Der Pilz lebt in diesem Stadium von Jahr zu Jahr im Berberitzenstrauch fort, und an diesem entsteht ein immer mehr ausgebreiteter und wirrer sog. Hexenbesen. Diese Rostform steckt kein anderes Gras an.

**Puccinia Poarum** Niels. kommt auf mehreren Rispengrasarten, wie Wiesenrispengras *(Poa pratensis)*, zusammengedrücktes Rispengras, *(P. compressa)* u. a. vor. Diese Art bildet kleine, gelbe, zerstreute Uredopusteln an der Oberseite der Blätter. Darunter treten die ringförmig gruppierten Wintersporenhaufen, von der Blattoberhaut bedeckt, hervor. Der Pilz erzeugt Becherrost *(Aecidium Tussilaginis)* auf Huflattich in Form von runden, scharf in die Augen fallenden, orangegelben Flecken am Blatt und Blattstiel. Von dieser Rostart hat man zwei spezialisierte Formen unterscheiden können: 1. f. sp. Poae pratensis auf *Poa pratensis* und 2. f. sp. Poae caesiae auf *P. caesia* und *P. compressa* (Eriksson, 1923.)

**Puccinia Poae-alpinae** Eriks. bildet an der Blattoberseite von *Poa alpina* zahlreiche, oft gegen die Blattspitze dicht gedrängte, langgezogene Uredopusteln, an kleine Pusteln von *Uredo graminis* erinnernd. Die Teleutohäufchen scheinen auf der unteren Blattfläche, oft in großen Krusten gesammelt. Diese Form kann auch *P. pratensis* anstecken, wenn auch nur sehr schwach (Eriksson, 1923).

**Puccinia Milii** Eriks. bildet rotgelbe, nachher schwarze Pusteln an den Blättern von *Milium effusum*, die Pusteln gewöhnlich von großen hellen Kreisen umgeben (Eriksson, 1895, 1923).

**Puccinia Anthoxanti** Fuck. erscheint in Form kleiner, verstreuter, gelber Pusteln auf den Blättern des Riechgrases *(Anthoxanthum odoratum)*.

**Puccinia Phragmitis** (Schum.) Körn. bildet große, langgezogene, anfangs braune, später schwarze Wundflecken an Blättern und Rispenzweigen des Schilfrohrs *(Phragmites communis)*. Dieser Pilz erzeugt Becherrost *(Aecidium rubellum)* an ververschiedenen Ampferarten, wie Flußampfer *(Rumex hydro-*

*lapathum)*, Strandampfer *(R. maritimus)* u. a., sowie auch am Rhabarber.

**Puccinia Magnusiana** Körn. bildet sehr kleine Pusteln an den Blättern des Schilfrohrs, erregt aber Becherrost am kriechenden Hahnenfuß *(Ranunculus repens)* und am knolligen Hahnenfuß *(R. bulbosus)*.

*Schutzmaßregeln:*

a) gegen Getreide- und Grasrost im allgemeinen:

1. Man vermeide tunlichst feuchte, schattige und eingeschlossene Lagen mit schlechter Entwässerung. — 2. Man baue den Acker in der zur schnellen Entwicklung und gleichmäßigen Reife erfahrungsgemäß geeignetsten Weise. — 3. Unmittelbar vor der Sommersaat verwende man keinen Stalldung, weil solche Düngung die Reife verspätet, und man benutze von künstlichen Düngermitteln vorwiegend die phosphorhaltigen, da diese die Reife am meisten begünstigen. — 4. Es empfiehlt sich, mit Maschine zu säen. — 5. Man säe zeitig im Frühjahr die Sommergetreidearten in einen gut zubereiteten und möglichst geeigneten Boden. — 6. Aus der unmittelbaren Nachbarschaft des Saatfeldes sind solche Grasarten zu entfernen, die Rost auf die Saat verbreiten können, also aus der Nähe von Roggen- und Gerstenfeldern insbesondere Quecke *(Triticum repens)*, Hundsweizen *(Tr. caninum)*, Strandhafer *(Elymus arenarius)* und Roggentrespe *(Bromus secalinus)*, sowie aus der Nähe von Haferfeldern namentlich Französisches Raygras *(Avena elatior)*, Knaulgras *(Dactylis glomerata)*, Wiesenfuchsschwanz *(Alopecurus pratensis)* und Flattergras *(Milium effusum)*.

b) gegen die wirtswechselnden Rostarten:

7. Man entferne die Becherrost tragenden Wirtspflanzenarten, also Berberitze *(Berberis vulgaris)*, Mahonie *(Mahonia Aquifolium)*, Kreuzdorn *(Rhamnus cathartica)*, Faulbaum *(Rh. Frangula)*, Ackerochsenzunge *(Anchusa arvensis)* und Echte Ochsenzunge *(A. officinalis)*, teils in einer Ausdehnung von 100 m im Umkreis von Saatfeldern und Grasweiden, teils längs Eisenbahnen und anderen Wegen sowie an Bahnhöfen, teils in kleineren Gartenanlagen und am Rande größerer Gärten, teils auch am Rande von Gebüschen, und man nehme keine Neupflanzungen der erwähnten Straucharten an gefährlichen Standorten vor.

### c) gegen Gelbrost:

8. Man baue keine solche Getreidesorte, von welcher man sicher weiß, daß dieselbe in einem für die Entwicklung des Gelbrostes besonders günstigen Jahre, in einem sog. „Gelbrostjahre", sehr schwer von Gelbrost angegriffen gewesen ist. — 9. Man darf nicht zu viel darauf geben, wenn eine solche Sorte bezw. ein solcher Stamm in einem oder anderem für den Gelbrost weniger günstigen Jahre, in sog. „Nicht-Gelbrostjahren", von der Krankheit verhältnismäßig wenig befallen gewesen ist; denn wenn die Verhältnisse wieder günstiger werden, so kann eine schwere Verheerung von neuem eintreffen. — 10. Man verlasse sich nicht ohne weiteres darauf, daß die große Widerstandsfähigkeit einer Sorte oder eines Stammes für alle Zeiten konstant bleibe; denn die Erfahrung hat gelehrt, daß eine Kulturform, die in mehreren Jahren sich sehr widerstandsfähig gezeigt hat, allmählich oder plötzlich ihre Natur geändert hat und schwer angegriffen worden ist. — 11. Sobald Anzeichen von Veränderung einer vorher sehr widerstandsfähigen Sorte erscheinen, so wähle man ohne Verzug, mit Hilfe der in eigenem Lande durch Versuche erworbenen Erfahrungen, zum weiteren Anbau eine andere, widerstandsfähigere Sorte. — 12. Unter keinen Umständen dürfen durch Rostbeschädigung eingeschrumpfte Körner als Saatgut benutzt werden; denn wenn ein Gelbrostjahr eintritt, so wird die Ernte sicher verdorben. — 13. Man berücksichtige bei der Wahl einer Weizensorte nicht ausschließlich die Widerstandsfähigkeit gegen Gelbrost, sondern auch andere gute Eigenschaften, wie Härte gegen kalten Winter und trockenes Frühjahr, Ertragsfähigkeit, Frühreife usw.

Von den übrigen zur Gattung *Puccinia* gehörenden Pilzformen, die hier in Betracht kommen können, seien folgende erwähnt:

**Puccinia Helianthi** Schw. befällt eine Mehrzahl, mindestens 16 verschiedene Arten der Gattung *Helianthus*, unter welchen *H. annuus* und *H. tuberosus* besonders zu bemerken sind, geht aber, soweit bekannt ist, auf keine andere Nährpflanzengattung über. Der Pilz kann alle seine Entwicklungsstadien (Spermogonium, Aecidium, Uredo, Puccinia) auf ein und derselben Nährpflanze erzeugen, zeigt aber oft eine Neigung, das Aecidium-

stadium zu überspringen. Er bildet im allgemeinen einen schwarzen Staub an der Blattunterseite. Man hat drei, vielleicht vier verschiedene spezialisierte Formen des Pilzes unterscheiden wollen. An mehreren Orten, wie in Rußland und in Nordamerika, richtet dieser Pilz an den Samenzuchten der Sonnenrose viel Schaden an. Von Rußland aus hat er sich während der letzten 50 Jahre über den größeren Teil von Europa verbreitet. (Woronin, 1872; Carleton, 1904; Bailey, 1923).

**Puccinia Cichorii** Pass. bildet kleine, zimtbraune Uredopusteln an den Blättern, selten nachher auch schwarze Teleutoflecken am Stamme der Cichorie *(Cichorium Intybus)*.

**Puccinia Spergulae** DC. erzeugt braune bis schwarze Pusteln am Spargel *(Spergula arvensis)*.

### Uromyces.

Bei den hierhergehörigen Rostarten sind die Wintersporen einzellig, gewöhnlich eiförmig, in offenen Sporenhaufen gesammelt.

## Rübenrost.

### *Uromyces Betae* (Pers.) Kühn.

Kühn, J., Der Rost der Runkelrübenblätter. Bot. Zeit. 1869, S. 340.
Eriksson, J., Quelques études sur la maladie de la Rouille des Betteraves. Rev. Gen. Bot., T. 25 bis, 1914, S. 247—258.

Das erste Stadium dieses Pilzes kann bisweilen, relativ selten, auf jungen Keimpflanzen von Zucker- und Futterrüben, sowie auch auf den Sprossen der ausgepflanzten Samenrüben, in Form scharf begrenzter, lebhaft gelber Becherrostflecken beobachtet werden. In der Regel kommt auf den Rübenfeldern die Krankheit erst viel später, im Laufe des August, als kleine, braune, über das ganze Blatt verstreute Flecken zum Ausbruch. Diese Flecken enthalten die Sommersporen des Pilzes, die sofort keimfähig sind und für die Verbreitung der Krankheit auf dem Felde sorgen. Sehr bald werden die hellbraunen Flecken durch dunkelbraune ersetzt, welche die Wintersporen des Pilzes enthalten.

Es ist sehr auffällig, daß nebeneinander wachsende Rübenpflanzen oft sehr verschieden vom Pilze befallen sind. Trotz einer Unmasse zugänglicher Ansteckungsmöglichkeiten kann man oft in der nächsten Umgebung einer schwer rostigen Pflanze die ganze Vegetationszeit hindurch fast reine und konstant rein bleibende Pflanzen finden. Dieser Umstand sowie das auffällig späte Hervortreten des Krankheitsausbruches im Spätsommer, läßt den sicheren Verdacht aufkommen, daß wir

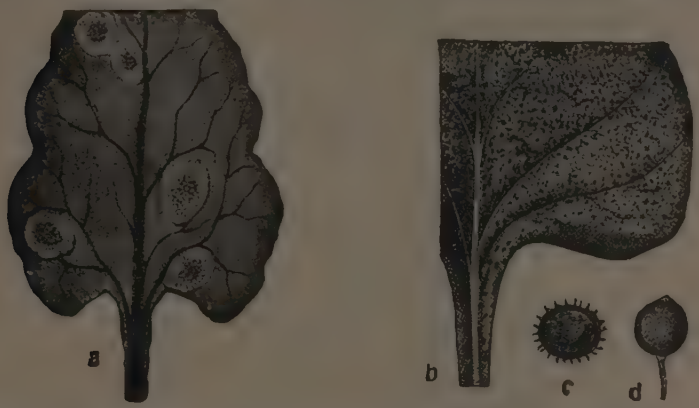



Fig. 74. Rübenrost. a. Rübenblatt mit Becherrost. — b. Rübenblatt mit Uredo- und Puccinia-Pusteln. — c. Sommersporen. — d. Wintersporen. (Nach O. Kirchner und H. Boltshauser.)

bei dieser Krankheit auch mit einem vererbten inneren Krankheitskeime zu rechnen haben.

Auf den am schwersten befallenen Rübenpflanzen findet man die Blätter vorzeitig niederhängend, die älteren vollständig verwelkt und tot, die jüngeren mit den Stielen noch aufrecht und grün, aber die Spreiten verschrumpft, niederhängend und gelb.

Die Krankheit, die in den 50er Jahren des vorigen Jahrhunderts den Rübenbauern fast unbekannt war, ist heutzutage über alle rübenbauende Länder verbreitet. Man hat sie auch auf Roten Rüben und auf der an den West- und Südküsten Europas wildwachsenden *Beta maritima* angetroffen.

*Schutzmaßregeln:* 1. Man verwende zur Aussaat nur Rübenknäule, die aus einem Orte stammen, wo die Krankheit nicht auf-

getreten ist. — 2. Man halte die Samenkultur von den eigentlichen Rübenfeldern gut getrennt.

In Nordamerika (Arkansas Valley, Colorado) hat man in den Jahren 1912 und 1913 auf Zuckerrübenpflanzen noch eine Aecidiumform wahrgenommen, die mit der Grasrostart *Puccinia subnitens* Diet. auf *Distichlis stricta* zusammengehört (Pool u. Kay, 1914).

Fig. 75. Zuckerrübenpflanze von Uromyces Fabae stark befallen. (Orig.)

Unter den Uromycesformen, die auf Hülsengewächsen vorkommen, sind folgende hier zu verzeichnen: **Uromyces Fabae** (Pers.) de By. tritt an Pferdebohnen auf. Die Becherrostform bildet kleine Ringe an der Blattunterseite, kommt aber nur spärlich vor. Sehr reichlich treten dagegen mitten im Sommer die zimtbraunen Uredopusteln auf, und etwas später sieht man die harten, braunschwarzen, langgestreckten Wintersporenhaufen. Ähnliche Rostformen kommen auf Erbsen, Wicken, Blatterbsenarten und Linsen vor. — **U. Trifolii-repentis** (Cast.) Liro findet sich auf Weißklee. Die Becherrostform bricht am Blattstiel und an den Blattrippen aus, dort kleine Verbildungen bewirkend, und kommt auch am Blattgewebe zwischen den Rippen in Form von kleinen Ringen zum Vorschein. Die braunen bis schwarzen Sommer- und Wintersporenhaufen erscheinen später, vorwiegend an der Unterseite der Blätter (Köbel, 1920). — **U. Trifolii** (Hedw.)

Lév. ähnelt sehr der vorigen Art, entbehrt aber das Becherrost-stadium. Sie kommt auf Rotklee und Mittlerem Klee vor. — **U. Anthyllidis** (Grev.) Schröt. erzeugt rostbraune, später schwarze Wundhaufen auf Blättern und Stengeln des Wundklees *(Anthyllis Vulneraria)*. — **U. Onobrychidis** (Desm.) Lév. bildet braune, zuletzt schwarze krustenartige Gruppen auf Blättern und Stengeln der Esparsette *(Onobrychis sativa)*. — **U. striatus** Schr. tritt an *Trifolium arvense, T. agrarium* u. a., wie auch an *Medicago sativa, M. falcata, M. lupulina* u. a. auf; bildet Becherrost auf *Euphorbia Cyparissias*.

Unter den grasbewohnenden *Uromyces*-Formen sind folgende zu nennen: **Uromyces Dactylidis** Otth. bildet sehr kleine, dicht sitzende, gelbe, nachher schwarze Wundflecken an Blättern und Scheiden von Knaulgras *(Dactylis glomerata)*. Das Becherrost-stadium des Pilzes kommt an Arten der Gattung *Ranunculus*, wie *R. polyanthemos, R. bulbosus, R. repens* und *R. acer* vor. (Krieg, 1907, 1910) — **U. Poae** Rab. erzeugt ähnliche Wundflecken am Gemeinen Rispengras *(Poa trivialis)*, Hainrispengras *(P. nemoralis)* und am Späten Rispengras *(P. palustris)* und entwickelt Becherrost auf *Ranunculus repens* und *R. bulbosus*. (Krieg, 1907, 1910; Semideni, 1916).

### Melampsora.

Bei den hierhergehörenden Rostarten sind die Wintersporen einzellig, walzenförmig-prismatisch, dicht aneinander, Seite an Seite gestellt und bilden eine zusammenhängende, braune bis schwarze, von der Oberhaut bedeckte Kruste.

**Melampsora Lini** Pers. bildet zuerst gelbe, später rostbraune bis schwarze Sporenlager an den Blättern und Stengeln des Leines *(Linum usitatissimum)*. Bei schweren Angriffen werden die Stengel brüchig und zur Flachsbereitung untauglich. Der Pilz des gewöhnlichen Leines ist eine eigene spezialisierte Form der Kollektivspezies und ist auch *Melampsora liniperda* (Körn.) Palm benannt worden. Andere *Linum*-Arten, wie *L. alpinum, L. catharticum* und *L. tenuifolium* haben je ihre spezialisierte Form des Pilzes. (Palm, 1910; Fromme, 1912; Buchheim, 1915.)

## c) Hymenomycetineae.

Fruchtkörper schimmelartig oder aus fest geschlossenem Gewebe bestehend. Das Mycel entsendet nebeneinander stehende Seitenäste (Basidien), die an ihren Spitzen Basidiosporen abschnüren.

### Filzkrankheit der Kartoffel.

*Hypochnus Solani* Prill. u. Del.

*Rhizoctonia Solani* Kühn.

Prillieux, E. u. Delacroix, P., Hypochnus Solani n. sp. Soc. Myc. Fr., T. 7, 1891, S. 220.
Rolfs, F. M., Potato failures. Coll. Agr. Exp. St., Bull. 70, 1902, S. 1—19; Bull. 91, 1904, S. 1—33.
Riehm, E., Über den Zusammenhang zwischen Rhizoctonia Solani Kühn und Hypochnus Solani Prill. u. Del. K. Biol. Anst. Land- u. Forstw., Mit. 6, 1911, S. 23.
Eriksson, J., Filtsjuka a potatis. Med. Centr. Anst. Förs. Jordbr., Nr. 67, 1912, S. 1—11.
Duggar, B. M., Rhizoctonia Crocorum (Pers.) DC. and R. Solani Kühn (Corticium vagum B. u. C.) with notes on other Species. Ann. Miss. Bot. Gard., 1915, S. 403—458.
Duggar, B. M., Rhizoctonia Solani in relation to the „Mopopilz" and the „Vermehrungspilz", Ib., 1916, S. 1—10.
Rosenbaum, J. u. Shapovalow, M., A new strain of Rhizoctonia Solani on the palato. Journ. Agl. Res., Vol. 9, 1917, S. 413—419.
Wollenweber, H. W., Der Wurzeltöter (Rhizoctonia) oder Runkelschorf. In „Kartoffelschorf". Arb. Forsch. Inst. Kart. Bau, H. 2, 1920, S. 32—51.
Müller, R. O., Untersuchungen zur Entwicklungsgeschichte und Biologie von Hypochnus Solani P. u. D. Arb. Biol. Anst. Land- u. Forstw., Bd. 13, 1924, S. 197—262.

Rings um die Basis des grünen Kartoffelstengels erscheint im Hochsommer ein dünner, weißer oder rotgrauer Filz, der etwa 7—10 cm über die Erdoberfläche reicht und oft auch etwas unter dieselbe sich erstreckt. Der Filz besteht aus größtenteils farblosen, mitunter auch bräunlichen, gegliederten und verzweigten Pilzfäden und entsendet hier und da Büschel von Basidien, die Basidiosporen abschnüren. Auch die unterirdischen Stengelteile, die Stolonen und die Wurzeln werden vom Pilze befallen. Die Knollen werden mehr oder weniger reichlich mit torfbraunen oder braunschwarzen festen Krusten (Sklerotien) bedeckt, die bis ½ cm Durchmesser erreichen können, meist aber kleiner sind.

In diesem Stadium an den Knollen ist der Pilz *Rhizoctonia Solani* benannt worden.

Sowohl im humiden wie auch im humusarmen Boden kann der Pilz den Winter und längere Trockenperioden mit Hilfe der Sklerotien durchleben.

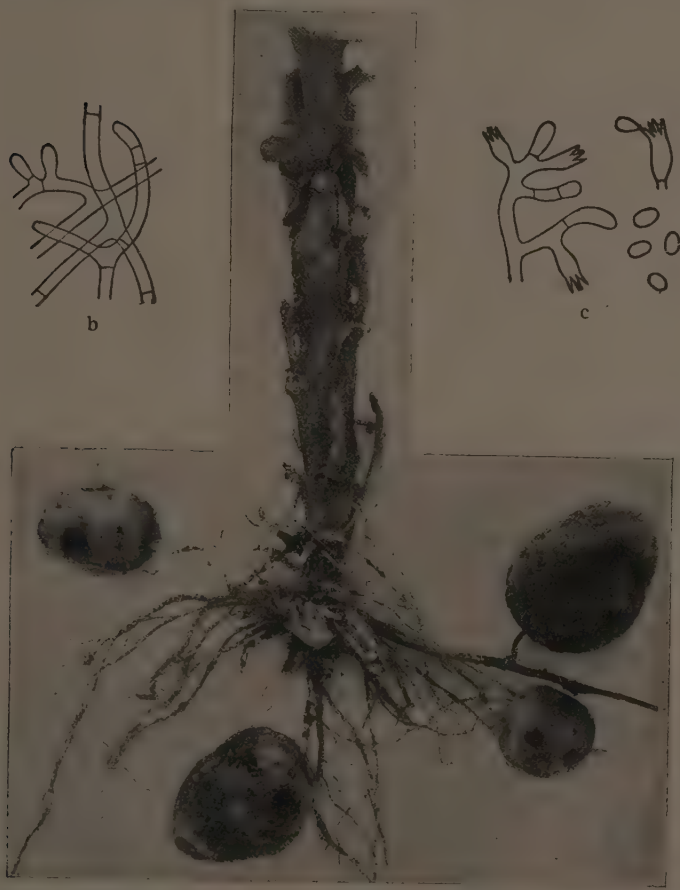



Fig. 76. Filzkrankheit der Kartoffel. a. Weiße, sporenerzeugende Filzdecke (*Hypochnus Solani*) auf Kartoffelstengel und schwarzes, Sklerotien bildendes Mycelium (*Rhizoctonia Solani*) an Ausläufern, Knollen und Wurzeln. — b. Pilzfäden aus dem weißen Filz. — c. Sporenerzeugende Zweige und Sporen aus demselben.

In der Regel hat dieser Pilz keinen bedeutenden Schaden weder am Stengel noch an Knollen angerichtet. Meistenteils reicht er nicht tief in die Knolle hinein und die Warzen lassen sich leicht mit dem Fingernagel abschaben und hinterlassen keine sichtbaren Verletzungen der Schale. Nur selten dringt er durch etwa vorhandene Insektengänge weiter in das Knollenfleisch hinein. In neuerer Zeit scheint man indessen geneigt zu sein, diesen Pilz als einen bisweilen schwereren Beschädiger zu betrachten. Man hat konstatieren können, daß durch die Desorganisation größerer Stengelpartien der Stoffaustausch zwischen den ober- und unterirdischen Teilen der Pflanze beeinträchtigt wird, und man hat gefunden, daß die embryonalen Gewebe der Triebe und Wurzeln durch den Pilz abgetötet werden können.

In Nordamerika hat man mindestens zwei, nicht nur biologisch, sondern auch morphologisch (Dimensionen von Sporen, Mycelfäden, Sklerotienzellen usw.) trennbare Rassen („Strains") des Kartoffelpilzes nachgewiesen (Rosenbaum u. Shapavolow, 1917; Matsumato, 1921).

Im Jahre 1903 wurde in Nordamerika (Colorado) eine den Basidiomyceten zugehörige Pilzart entdeckt, die auf toter Borke verschiedener Koniferen-Spezies saprophytisch lebt und bei der Sporenkeimung ein dem Rhizoctonia-Filz ähnliches Mycelgeflecht entwickelt. Diese Pilzform, die *Corticium vagum B. u. C.*, var. *Solani* Burt. benannt wurde, wird seit der Zeit in der amerikanischen Literatur als das sporentragende Stadium der Kartoffel-Rhizoctonia, ja sogar als dasjenige der Rhizoctonien im allgemeinen betrachtet. Da dieser Koniferen-Pilz in Europa nie beobachtet worden ist, so muß man die amerikanische Zusammenstellung der beiden Pilzformen, wenigstens betreffend europäische Verhältnisse, für sehr problematisch halten.

## Typhulafäule der Gramineen.

### *Typhula graminum* Karst.

Eriksson, J., En ny pàrasitsvamp ä Hvete, Typhula graminum Karst. K. L. Ak. Handl. o. T., 1879, S. 1—8.

Zimmermann, H., Thyphulapilzbefall der Wintergerste 1921. Nachr.-Bl. D. Pfl.-Schutzd., Jahrg. 2, 1922, S. 41 usw.

Dieser Pilz ist an jungen Pflanzen von Weizen, Wintergerste und Raygras beobachtet worden. Das Mycel durchwuchert und tötet die Pflänzchen. Zuletzt findet man an der Oberfläche der getöteten Pflanzenteile oder in inneren Höhlungen derselben Sklerotien. Diese sind harte Gebilde von der Größe eines Kohl- oder Kleesamens, selten größer, an der Oberfläche anfangs

weiß, nachher blaßrot, im Inneren dicht und rein weiß. Zuletzt fallen die Sklerotien von der Wirtspflanze ab, bleiben den Winter über unverändert und keimen im nächstfolgenden Frühjahr oder Sommer. Sie bilden also das Überwinterungsorgan des Pilzes. Bei der Keimung entsenden die Sklerotien einen oder mehrere fadenförmige Fruchtkörper, die entweder wiederholt verzweigt oder auch unverzweigt gegen die Spitze zu mehr oder weniger erweitert sind. Gegen die Fadenpilzenden zu werden Basidosporen abgeschnürt, die einer neuen parasitischen Generation des Pilzes den Ursprung geben und neue Ausbrüche der Krankheit veranlassen.

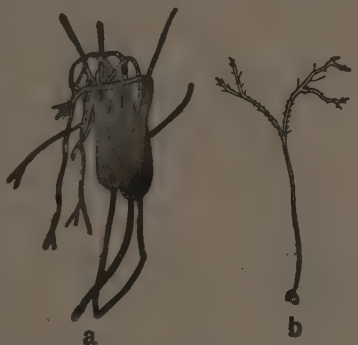



Fig. 77. *Typhula graminium.* a. Verwelktes Weizenpflänzchen mit darauf sitzenden Sklerotien. — b. Sklerotium mit verzweigtem Fruchtkörper. (Orig.)

Im Frühjahr 1878 trat dieser Pilz bei Stockholm an einer aus England bezogenen Winterweizensorte („Mainstay-Wheat") in bösartiger Weise auf, während nebenan wachsende Weizensorten einheimischen Ursprungs rein dastanden. An drei anderen Lokalitäten im Bezirke Stockholms zeigte sich dieselbe Weizensorte in ähnlicher Weise krank, die schwedischen Sorten aber gesund. Auf der am schwersten befallenen Parzelle (etwa ¼ ha groß) am Experimentalfelde gingen alle Pflanzen zu Grunde. Im Frühjahr 1921 trat der Pilz in Brandenburg und Mecklenburg an Wintergerste allgemein verbreitet auf. Die Pflanzen wurden gelb, kümmerten und starben vielfach ab. Kopfdüngung mit Natronsalpeter und Ammoniumsulfatsalpeter, sowie Hacken und Eggen führten zu einer Ausheilung der Bestände und zu gutem Ertrag (Zimmermann, 1922).

**Typhula Betae** Rostr. tritt meistens an den obersten Teilen der in Mieten aufbewahrten, zur Samenzucht zu verwendenden Rüben, aber auch an Stengeln und Zweigen von wachsenden, Samen ansetzenden Rüben auf. Die Sklerotien sind schwarz, von der Größe und der Form eines Kohlsamens. Dieser Pilz ist in Dänemark, mitunter sehr häufig auf den den Winter über in

Mieten gelagerten Rüben, wahrgenommen worden, seltener in anderen europäischen Ländern, wie Deutschland und Spanien. Besonders zerstörend war die Wirkung des Pilzes an den Zuckerrüben-Kulturen auf den Azoren. Die äußeren Blätter fangen an zu dürren. Es folgt ein Kranz gelber, meist schon schlaff auf dem Boden liegender Blätter. Selbst die Herzblätter zeigen den Beginn des Vergilbens. Endlich stirbt die Pflanze ganz ab. Beim Herausnehmen aus der Erde zeigt sich der kranke Rübenkörper ganz wie in einen Erdklumpen eingehüllt (Rostrup, 1902).

Fig. 78 a. *Typhula Trifolii.* Sklerotien mit ausgewachsenen Pilzfäden.

**T. Trifolii** Rostr. greift verschiedene Kleearten an. Die Zweigspitze der Wirtspflanze ist von einem feinen Mycel durchwoben und wird in kurzer Zeit schwarz. Die Sklerotien sind braun, zuletzt schwarz, von derselben Größe und demselben Aussehen wie Kleesamen (Rostrup, 1902).

a b

Fig. 78 b. *Typhula gyraus.* a. Blattstiel mit Sklerotien. — b. Sklerotie mit Fruchtkörper.

**T. gyraus** Batsch. kommt an kohlartigen Gewächsen (Kohl, Kohlrübe, Weiße Rübe) vor, teils an Blättern, besonders an Blattstielen, teils an Wurzeln. Die Sklerotien sind rotbraun, schließlich schwarz, von der Größe eines Kohlsamens. Die Krankheit wurde in Dänemark wahrgenommen (Rostrup, 1866, 1902).

Um die Kulturen gegen Typhula-Krankheiten zu schützen, sorge man in erster Linie dafür, daß keine Sklerotien im Saatgut vorhanden sind.

## III. *Ascomycetes.*

Hauptfruchtformen aus Sporangien oder den davon abgeleiteten Asken bestehend.

### a) Erysiphaceae. — Meltaupilze.

Salmon, E. S., A Monograph of the Erysiphaceae. Mem. Torr. Bot. Cl., 1900, S. 1—292.

Neger, F. W., Beiträge zur Biologie der Erysipheen. Flora, Bd. 90, 1902. Sep. S. 1—54.

Salmon, E. S., Supplementary Notes on the Erysiphaceae. Bull. Torr. Bot. Cl., 1902, S. 1—22, 83—109, 181—210.

Salmon, E. S., On Spezialisation of Parasitism in the Erysiphaceae. Bot. Centr. Bl., Bd. 14, 1903, S. 261—315. — II. New Phytol., Vol. 3, 1904, S. 109—121. — III. Ann. Mycol., Vol. 3, 1905, S. 172—184.

Salmon, E. S., Cultaral Experiments with „Biologic Forms" of the Erysiphaceae. R. Soc. London., Phil. Trans., Ser. B, Vol. 197, 1904, S. 107—122. — II. Ann. of Bot., Vol. 19, 1905, S. 125—148.

Diese Pilzgruppe ist nächst derjenigen der Rostpilze die in Formen reichste unter den parasitischen Pilzgruppen, und viele der hierher gehörigen Formen richten sehr schwere Verheerungen an. Sie befallen eine grroße Anzahl Dikotyledonen aus verschiedenen Familien, unter den Monokotyledonen aber nur gewisse Gräser. Sie treten am üppigsten an den Blättern auf, besonders an deren Oberseite, greifen aber auch junge Sprosse, Blüten und Früchte an. Sie besitzen ein Luftmycel, das sich über die Oberfläche des erkrankenden Organs als ein feines, weißes, spinnwebenartiges Netzwerk oder in einem späteren Stadium mitunter als ein schmutziggrauer bis schwarzer, dicker Filz ausbreitet. Das Luftmycel entsendet in die unterliegenden Oberhautzellen kurze Auswüchse (Haustorien), durch welche der Pilz Nahrung aus der Unterlage saugt. In gewissen Fällen hat man Mycelfäden auch im Inneren des Organs teils in den Zwischenräumen der Zellen, teils in den Zellen selbst beobachtet.

Aus dem weißen Netzwerk werden außerdem nach außen zahlreiche Zweige entsandt, die an der Spitze eine kürzere oder längere Kette von eiförmigen Konidien, die nacheinander abgeschnürt und freigemacht werden, tragen. Diese verleihen dem Pilzüberzug ein mehr oder weniger mehlartiges Aussehen, daher

der Name Meltau. Die Konidien werden teils durch feste Gegenstände, an denen sie haften, wenn diese von Ort zu Ort getragen werden, teils auf kürzere Entfernungen durch den Wind leicht verbreitet. Sie keimen sehr leicht. Wenn die Keimung auf jungen Blättern oder Sproßteilen derjenigen Pflanzenart, an welche die betreffende Pilzform angepaßt ist, stattfindet, so entsteht, etwa nach ein paar Wochen, an diesen Organen Meltau.

In dem dickeren, pelzartigen Hautüberzug, der später zu entstehen pflegt, werden Sporengehäuse (Perithecien) als gelbe, nachher braune bis schwarze, für das bloße Auge sichtbare Punkte entwickelt. Unter dem Mikroskop zeigen sie sich kugelig oder abgeplattet, rundlich und vollständig geschlossen. Deren Wand wird von einer Schicht kleiner, dicht zusammengefügter Zellen gebildet, von denen ein Teil lange einfache oder verzweigte Auswüchse, sog. Stützfäden, aussendet. In ihrem Innern beherbergen die Sporengehäuse einen bis mehrere Sporenschläuche (Asci), die ihrerseits wiederum zwei, vier oder acht farblose, einzellige Sporen einschließen. Die Sporengehäuse mit den darin enthaltenen Sporenschläuchen halten sich den Winter über unverändert. Erst im Frühjahr platzen sie, und die Sporen gelangen ins Freie. Wenn sie auf geeigneter Unterlage keimen, veranlassen sie neue Krankheitsausbrüche.

In gewissen Fällen werden die zur Überwinterung bestimmten Sporengehäuse selten oder gar nicht ausgebildet. Dies kann von Jahr zu Jahr innerhalb großer Gebiete, ja ganzer Weltteile, der Fall sein. Nichtsdestoweniger erscheint die Krankheit in jedem Jahre. Man ist der Ansicht, daß das Wiederauftreten derselben in solchen Fällen durch Überwinterung des Luftmycels erklärt werden könne. Es ist auch möglich, daß der Pilz in einer schwer nachweisbaren Gestalt im Inneren des Zellgewebes des kranken Organs fortleben kann.

Die Meltaugattungen werden im allgemeinen durch das Aussehen der Stützfäden, besonders deren Verzweigung, sowie durch die Zahl der Sporenschläuche in jedem Gehäuse und die Zahl der Sporen in jedem Schlauch charakterisiert. Innerhalb jeder Art findet man, ähnlich wie bei den Rostpilzen, oft mehrere biologisch verschiedene, an je eine oder mehrere besondere Wirtspflanzen gebundene spezialisierte Formen.

Die durch die Meltaupilze hervorgerufene Zerstörung ist teils eine Folge davon, daß das über die Oberfläche des Organs ausgebreitete Luftmycel das Licht und die Luft ausschließt, teils beruht sie darauf, daß die in die Oberhautzellen des Organs eingedrungenen Haustorien demselben Nahrung entnehmen. Die angegriffenen Pflanzenteile werden oft vorzeitig trocken und welk.

### Erysiphe.

Die Sporengehäuse enthalten mehrere (8—20) Sporenschläuche, jeder Schlauch 8—12 Sporen. Stützfäden einfach oder wenig verzweigt, im wesentlichen gewöhnlichen Pilzfäden ähnlich.

## Grasmeltau.

### *Erysiphe graminis* DC.

Marchal, E., De la spécialisation du parasitisme chez l'Erysiphe graminis. C. R. Ac. Sc., Paris, T. 135, 1902, S. 210—212. — Ib., T. 136, 1903, S. 1280—1281.

Salmon, E. S., On Erysiphe graminis DC. and its adaptiv parasitism within the genus Bromus. Ann. Myc., Vol. 2, 1904, S. 1—49.

Salmon, E. S., Cultural Experiments within the Barley Mildew. Erysiphe graminis DC. Ib. S. 70—99.

Salmon, E. S., On Endophytic Adoption shown by Erysiphe graminis DC. under cultural conditions. R. Soc., Proc., Vol. 70, 1905, S. 366—368.

Reed, G. M., Infection Experiments with Erysiphe graminis DC. Trans. Wiscons. Ac. Sc., Vol. 15, 1905, S. 135—162.

Reed, G. M., The Mildews of the Cereals. Contr. Dep. Bot. Univ. Missouri, Nr. 17, 1909, S. 353—388.

Hammarlund, C., Zur Genetik, Biologie und Physiologie einiger Erysiphaceen. Akad. Afh., Lund, 1924, S. 1—126.

Das Luftmycel des Pilzes bildet an den Scheiden und Spreiten der Blätter mehr oder weniger ausgedehnte, dünnere oder dickere, weiße oder blaßrote Fadenüberzüge. Einige Fadenzweige wachsen fast rechtwinkelig nach außen und schnüren perlschnurähnlich gereihte Konidien ab, die leicht keimen und die Krankheit schnell verbreiten. Dieses Entwicklungsstadium des Pilzes erscheint nicht selten auf den Wintergetreidearten sehr zeitig im Frühjahr, kurz nach dem Schmelzen des Schnees. Es hat dann oft ein rotgraues Aussehen und wird nicht selten mit Rost verwechselt. Ist die Witterung für das Gedeihen und die Entwicklung des Pilzes günstig, so geht dieser im Hochsommer in einen

grauweißlichen, dicken Filz mit darin eingebetteten, zahlreichen, kleinen, braunen oder schwarzen Sporengehäusen über. Ein paar Wochen nach dem ersten Erscheinen der Sporengehäuse sind die vom Meltaupilz bedeckten Blätter abgestorben, zuletzt fallen auch die Filzdecken ab. Vermittels der Sporengehäuse lebt der Pilz den Winter über fort. Die Krankheit kann zur Folge haben, daß Pflanzen zu früh reif werden, die Körner klein bleiben und einschrumpfen. In gewissen Jahren hat die Krankheit auf Weizen große Beschädigungen hervorgerufen. So im Jahre 1877 in Kali-

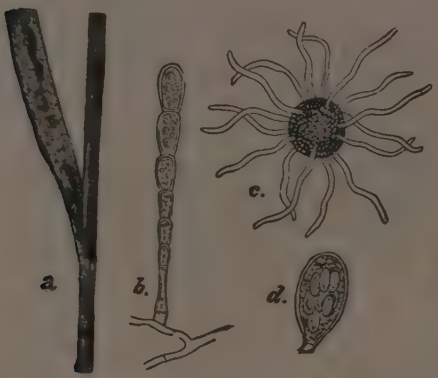



Fig. 79. Meltau auf Weizen. a. Weizenhalm mit Meltaufilz. — b. Konidienkette. — c. Perithecium mit Stützfäden. — d. Sporenschlauch mit 8 Sporen. (a. Orig.; b—d. nach E. Rostrup.)

Fig. 80. Meltau auf Klee. Blatt von *Trifolium medium*. (Orig.)

fornien, wo Weizenfelder von 200 000 ha dadurch schwer verwüstet wurden, und 1885 teils in Südschweden (Schonen), teils bei Stockholm.

Von dieser Meltauart hat man mehrere spezialisierte Formen unterschieden: 1. f. sp. Tritici auf *Trilicum vulgare, T. spelta, T. polonicum* und *T. turgidum:* — 2. f. sp. Hordei auf *Hordeum hexastichum, H. vulgare, H. trifurcatum, H. nudum, H. jubatum* und *H. murinum;* — 3. f. sp. Secalis auf *Secale cereale* und *S. anatolicum;* — 4. f. sp. Avenae auf *Avena sativa, A. fatua, A. orientalis* und *Arrhenatherum elatius;* — 5. f. sp. Poae auf *Poa annua, P. trivialis, P. pratensis, P. caesia, P. nemoralis* und *P. serotina;* — 6. f. sp. Agropyri auf *Agropyrum*-Arten;

und — 7. f. sp. Bromi auf *Bromus*-Arten, vorzugsweise auf *B. mollis* und *B. sterilis.*

Unter den übrigen, an landwirtschaftlichen Gewächsen auftretenden Meltauformen seien folgende Formen-Gruppen der kollektiven Species **Erysiphe communis** Grev. erwähnt: Gruppe A (Trifolium-Meltau): 1. f. sp. Trifolii repentis auf *T. repens;* — 2. f. sp. Trifolii hybridi auf *T. hybridum;* — 3. f. sp. Trifolii pratensis auf *T. pratense* und *T. medium;* — 4. f. sp. Trifolii agrarii auf *T. agrarium;* — Gruppe B (Medicago-Meltau): 1. f. sp. Medicaginis sativae auf *M. sativa* und *M. falcata;* — 2. f. sp. Medicaginis lupulinae auf *M. lupulina;* — Gruppe C Lathyrus-Meltau): 1. f. sp. Lathyri montani auf *L. montanus;* — und 2. f. sp. Lathyri pratensis auf *L. pratensis;* — Gruppe D (Pisum-Meltau): f. sp. Pisi auf *P. sativum* und *P. arvense;* — Gruppe E (Vicia-Meltau): f. sp. Viciae sativae auf *V. silvatica, V. sepium* und *V. sativa;* — Gruppe F (Lotus-Meltau): f. sp. Loti auf *L. corniculatus* und *L. uliginosus;* — Gruppe G (Melilotus-Meltau): f. sp. Meliloti auf *M. Petitpierreanus, M. altissimus* und *M. albus;* — Gruppe H (Brassica-Meltau): f. sp. Brassicae auf *B. Napus, B. Rapa* und *B. oleracea;* — und Gruppe I (Pastinaca-Meltau): f. sp. Pastinacae auf *P. sativa.* Im ganzen, wenn auch wilde Wirtspflanzenarten mitgerechnet werden, sind von dieser Pilzart bis jetzt 26 verschiedene, spezialisierte Formen unterschieden worden (Hammarbund, 1924).

**Microsphaera Betae** Vanh. wurde in den Jahren 1899—1902 auf Zuckerrüben in Mähren beobachtet. An der Blattfläche, oben sowie unten, erschien ein weißlicher Anflug, der immer stärker wurde, bis das Blatt wie mit feinstem Mehl bestreut war. Das Blatt verlor den Glanz und wurde matt gelblich-grau. Später traten im weißen Anflug die Perithecien als braunschwarze Pünktchen hervor. (Vanha, 1902.)

*Schutzmaßregeln* gegen Meltau im allgemeinen: 1. Man verwende Saatgut von Pflanzen, die von Meltau nicht befallen gewesen sind. — 2. Man sorge dafür, daß keine Stengel oder Blätter von Pflanzen, die mit Sporengehäusen von Meltau reich besetzt sind, in Dünger- oder Komposthaufen gelangen.

## b) Perisporiaceae.

### Wurzelbräune.

*Thielavia basicola* (B. u. Br.) Zopf.

Zopf, W., Über die Wurzelbräune der Lupine, eine neue Pilzkrankheit. Zeitschr. Pfl. Kr., Bd. I, 1891, S. 72—76.
Aderhold, R., Impfversuche mit Thielavia basicola Zopf. Arb. Biol. Abt. Land- u. Forstw., Bd. 4, 1905, S. 463—465.
Clinton, G. P., Root Rot of Tobacco. Rep. Con. Agr. Exp. Stat., P. 5, 1907, S. 342—368; — II. Ib., P. 6, 1908, S. 363—368.
Gilbert, W. W., The Root-Rot of Tobacco caused by Thielavia basicola. U. S. Dep. Agr., Bur. Pl. Ind., Bull. 158, 1909, S. 1—55.
Foex, E., Maladie du Pied de la Violette. Montpellier, 1910, S. 1—8.

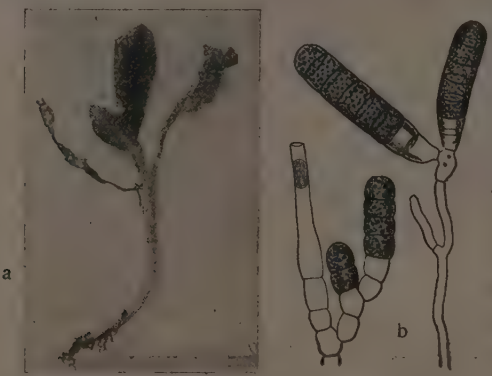



Fig. 81. Wurzelbräune. a. Krankes Tabakpflänzchen. — b. Mycel mit Chlamydosporen auf Lupine. (a. Orig.; b. nach W. Zopf.)

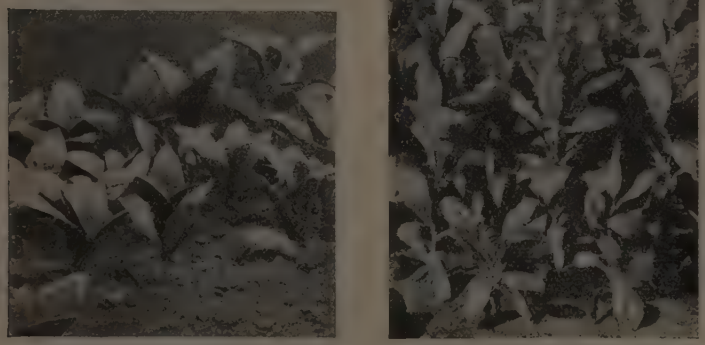
Fig. 82. a. Durch die Krankheit beschädigte Wurzel einer erwachsenen Tabakpflanze. — b. Chlamydospore, keimend. (Nach G. P. Clinton.)

Dieser Pilz tritt an Wurzeln von Tabak, Lupinen, Veilchen, Erbsen, Rüben, Begonien usw. auf. Die Wurzeln schrumpfen ein und werden mürb. Das Wachstum der Blätter und der Stengel hört auf, desgleichen die Ausbildung der Blüten. An älteren Feldpflanzen zeigt sich die Hauptwurzel mehr oder weniger faul und geht beim Aufziehen aus der Erde leicht entzwei. Die Seitenwurzeln sind verkrüppelt und beim Wurzelkopfe büschelig zusammengepackt.

Der Pilz entwickelt teils einzellige Endosporen, die gleich

nach der Reife keimfähig sind, teils mehrzellige, dickwändige Chlamydosporen, die nach Überwinterung im nächsten Frühjahre auskeimen, teils unter günstigen Verhältnissen auch schwarze Sporengehäuse mit Ascosporen. Sporenbildung findet nicht nur an der Oberfläche der Wurzel, sondern auch im Inneren der Wurzelzellen selbst statt.

Durch die im Erdboden überwinterten und im Frühling auskeimenden Chlamydosporen und Ascosporen wird der Boden



a b

Fig. 83. a. Ursprünglich gesunde Tabakpflanzen, die durch Einpflanzen in angesteckte Erde krank wurden. — b. Ursprünglich kranke Tabakpflanzen, die durch Einpflanzen in frische Erde genasen. (Nach G. P. Clinton.)

angesteckt. Wenn gesunde Sämlinge in infiziertem Boden heranwachsen, so entwickeln sie sich schlecht oder sie gehen vollständig zugrunde. Umgekehrt können nur mäßig befallene Sämlinge, wenn sie in desinfizierte Erde gepflanzt werden, genesen und relativ gute Ernte geben. Als Desinfektionsmittel wird Formalin-Lösung (1 %) empfohlen.

Die Krankheit wurde zuerst in England im Jahre 1850 auf Erbsen und in Deutschland im Jahre 1876 auf Lupinen und anderen Pflanzen beobachtet. In Nordamerika trat sie 1891 an wohlriechenden Veilchen und 1896 an Tabakpflanzen auf. Sie ist seit der Zeit ein gefährlicher Feind des Tabakbaues, nicht nur

in Amerika (von Ohio ostwärts), sondern auch in Europa (von England bis nach Italien) geworden. Seit mehreren Jahren ist sie auch in Norwegen (Indre Sogn) sehr bösartig aufgetreten und hat dem Tabakbau bedeutenden Abbruch getan.

*Schutzmaßregeln:* 1. Man ziehe keine für die Krankheit empfängliche Pflanzenarten in krankem Boden auf. -- 2. Die Anzuchtkästen müssen gut gelüftet und der Ackerboden gut entwässert werden. — 3. Kranke Sämlinge dürfen nicht ausgepflanzt werden. — 4. Man desinfiziere die Erde der Anzuchtkästen mit verdünnter Formalin-Lösung: 1 l 40%iges Formalin auf 100 l Wasser, davon 30 l zu jedem qm Erde.

## c) Hypocreales.

### Schneeschimmel des Getreides.

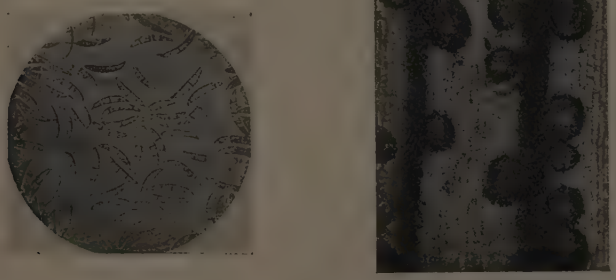
*Calonectria graminicola* (B. & Bs.) Wr.

*Fusarium nivale* Ces.

Sorauer, P., Der Schneeschimmel. Zeitschr. Pfl.- Kr. 1901, S. 217—228.
Hiltner, L. u. Ihssen, G., Über das schlechte Auflaufen und die Auswinterung des Getreides zufolge Befalls des Saatgutes durch Fusarium. Landw. Jahrb. Bayern, 1911, S. 20—60, 315—362.
Schaffnit, E., Der Schneeschimmel. Landw. Jahrb., Bd. 43, 1912, S. 1—128.
Schaffnit, E., Zur Systematik von Fusarium nivale bzw. seiner höheren Fruchtform. Myc. Centr. Bl., 1913, S. 253—258.
Schaffnit, E., Über die geographische Verbreitung von Calonectria graminicola (B. u. Br.) Wr. (Fusarium nivale Ces) und die Bedeutung der Beize des Roggens zur Bekämpfung des Pilzes. Landw. Jahrb., Bd. 54, 1919, S. 533—538.
Lindfors, T., Studier över Fusarioser. I, 1920, S. 1—22; III, 1924, S. 1—[illegible]

Beim Abschmelzen der Schneedecke im Frühjahre findet man, namentlich nach sehr schneereichen Wintern, wenn kein Blackfrost eingetroffen war, nicht selten im März oder April, ein spinnwebenartiges, weißes oder rotgraues Fadennetz, das über Sprosse und Blätter auf Wintergetreidefeldern und auf Wiesen und Weiden ausgebreitet ist. Die anfangs oft nur dürftigen, feinen Pilzfäden gehen unter günstigen Entwicklungs-

bedingungen (geeigneter Temperatur und Luftfeuchtigkeit) rasch in einen mehr oder weniger dichten Schleier über und verdichten sich schließlich zu einem watteartigen, die gesamte Pflanzensubstanz überziehenden Belag. Die Pflanzen verfaulen gänzlich, wenn kein austrocknender Wind bald entsteht. Es erscheinen größere oder kleinere nackte Flecken auf den Feldern. Je langsamer der Schnee schmilzt, um so weiter wird der Schimmel ausgebreitet und um so verheerender wirkt er.



a b

Fig. 84. a. Fusarium nivale. Konidien (nach E. Schaffnit.) — b. Calonectria graminicola auf einem abgestorbenen Roggenblatt (nach L. Hiltner u. G. Ihssen).

Der Schimmel besteht aus einem wirren Geflechte durcheinander geschlängelter, gegliederter Pilzfäden. In dem mehr oder weniger dichten Pilzgeflecht findet man massenhaft gallertige, rötliche Klumpen, welche aus unzähligen Konidien bestehen, die, sobald die Bedingungen für ihre Keimung gegeben sind, die Krankheit noch weiter verbreiten. In diesem Entwicklungsstadium heißt der Pilz *Fusarium nivale* Ces. Als Erreger von Schneeschimmel an überwinterten Getreidepflanzen im Frühjahre können indessen auch andere Fusarium-Spezies vergesellschaftlicht auftreten, und zwar besonders *F. rubiginosum* App. u. Wr., welche Art bisweilen sogar allein die Krankheit hervorrufen kann.

In einer der nächsten Wochen nach dem Verwelken der schimmelbedeckten Blätter tritt an diesen ein Fortsetzungsstadium

des Pilzes in der Form von gruppenweise den Blattrippen entlang zusammenstehenden, kleinen, schwarzen, runden Sporengehäusen, mit je einer runden Öffnung an der Spitze, hervor. Dieses Entwicklungsstadium wird *Calonectria graminicola* (B. u. Br.) Wr. genannt. Durch die aus den Sporengehäusen in deren Reifezeit ausgestreuten Sporen setzt der Pilz an anderen Teilen der Getreidepflanze sein Schmarotzerleben fort. In feuchten Sommern ruft der Pilz an der Halmbasis eine der „Fußkrankheit des Getreides" *(Leptosphaeria herpotrichoides* und *Ophiobolus herpotrichus)* ähnliche Krankheit, die „Strohfusariose", hervor, welche das Umbrechen des Halmes verursacht. Endlich tritt der Pilz auch in den Ähren, speziell in den Roggenähren, oft mit anderen Fusarium-Arten vergesellschaftlicht, auf, entweder während der Entwicklung des Kornes, in welchem Falle die Körner stark geschrumpft werden, oder erst nachdem das Korn voll fertig entwickelt ist, kurz vor oder während der Ernte, in welchem Falle das Korn nur schwache Schrumpfungen an der Basis aufweist.

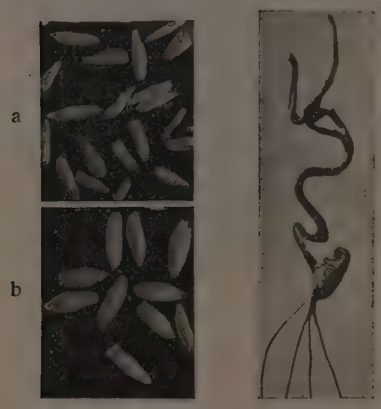



Fig. 85. a. Primär (d. h. während der Entwicklung des Korns) von Fusarium nivale infizierte Roggenkörner. — b. Sekundär (d. h. kurz vor der Ernte) infizierte Körner. (Nach E. Schaffnit.) — c. Gekeimtes, krankes Roggenkorn, das die Erdoberfläche nicht hat erreichen können. (Nach L. Hiltner u. G. Ihssen.

Vom Mycel des Pilzes werden auch, besonders bei Nährstoffmangel, interkalare Chlamydosporen, die meist einzellig und eiförmig sind, abgetrennt, sowie auch sclerotienartige Anhäufungen gebildet, die auf den im Herbst abgestoßenen Blattresten überwintern und im Frühjahre den Infektionskeim für die Schneeschimmelkrankheit bilden können.

Die aus stark pilzbefallenen Körnern heranwachsenden Keimlinge entwickeln sich abnorm. Statt senkrecht nach aufwärts zu wachsen, laufen die Keime meistenteils unter mannigfachen Ver-

krümmungen im Boden mehr seitwärts. Die Krankheit wird den Pflanzen in den meisten Fällen mit den Saatkörnern zugeführt. Neben dieser „Korninfektion" scheint indessen auch eine Infektion aus der Ackerkrume, „Bodeninfektion", eine wichtige Krankheitsquelle zu sein.

Dieser Pilz, der schon vor 100 Jahren unter dem Namen *Lanosa nivalis* besprochen wurde (Fries, 1825), befällt vorzugsweise Roggen, in zweiter Linie Weizen. Nach fünfjährigen Beobachtungen (1912—1916) war der Fusarienbefall des Roggens in Preußen in den westlichsten und östlichsten Bezirken besonders stark auf 11—25 % der Roggenfelder. Auch auf andere Pflanzenarten, wie Klee, Erbsen usw., kann der Pilz übergehen und zur Entwicklung einer der Fußkrankheit ähnlichen Erkrankung mitwirken.

*Schutzmaßregeln:* 1. Man beschleunige das Schmelzen des Schnees durch Zerbrechen und Ausstreuen der fleckenweise auf Getreidefeldern und Wiesen angehäuften Schneemassen. — 2. Man schaffe dem Schmelzwasser unverzüglichen Abfluß. — 3. Man egge leicht des Feld möglichst zeitig im Frühling. — 4. Kopfdüngung mit Kainit, bei einer Lufttemperatur von 3—6° C (nicht bei Temperaturen dicht bei 0°) und in einer Menge von 2½—3 Zentner pro Morgen gebracht, befördert in der Regel die Schmelze derart, daß selbst eine starke Decke von 8—10 cm Höhe bald abschmilzt. Weiterhin befördert solche Düngung die Entwicklung des Getreidebestandes. — 5. Als Saatgut verwende man nur schwere und mittelschwere Körner, deren 1000 Korngewicht möglichst hoch ist und die eine Triebkraft von mindestens 95 % aufweisen. — 6. Für Drillsaat verwendet man nicht mehr als 100—120 kg Roggen pro Hektar, und für Handsaat nicht mehr als 140—160 kg. — 7. Man säe den Roggen nicht zu früh aus, damit das Getreide sich nicht zu üppig entwickle; generell läßt sich die Zeit vom 20. September bis 15. Oktober als geeignete Periode empfehlen. — 8. Wenn Verdachtsgründe vorhanden sind, daß das Saatgut vom Schneeschimmel-Pilze angesteckt ist, so beize man dasselbe vor dem Aussäen.

**Gibberella saubinetii** (Mont.) Sacc., englisch „Wheat Scab" genannt, tritt an Körnern und Spelzen von Weizen, Mais,

Gerste, Roggen usw. als rötliche, ausgedehnte Mycelüberzüge (sog. „Pionnotes") auf. Aus diesen werden spindelförmige, gekrümmte, sechszellige, rötlich gefärbte Konidien entwickelt. In diesem Konidium-Stadium, *Fusarium rostratum* Ap. u. Wr. (auch *F. roseum* Link und *F. graminearum* Schwabe genannt) ist der Pilz als Beschädiger der europäischen Getreidearten schon längst bekannt. In neuerer Zeit ist er in gewissen zentralen Staaten von Nordamerika sehr zerstörend aufgetreten, er hat z. B. im Jahre 1912 dem dortigen Weizenbau einen Verlust von mehreren Millionen Mark zugefügt. Unter dafür günstigen Umständen kommt die zugehörige Perithecium-Generation zur Entwicklung. Diese Form erscheint als kleine, glänzende Pünktchen auf den Körnern. Die Ascosporen sind ellipsoidisch, durch Querwände in vier Teilzellen gegliedert. Der Pilz verbreitet sich auf die neue Jahresvegetation wesentlich durch infizierte Körner und infizierten Boden (Atanasoff, 1920; Dickson u. Johann, 1920; Dickson, 1923; Mc. Innes u. Fogelmann, 1923).

**Diplodia Zeae** (Schw.) Lév. ruft in Nordamerika (Nebraska) eine Trockenfäule („Dry-Rot") der Maiskörner hervor (Heald, Wilcox u. Pool, 1909).

## Kolbenpilz der Gräser.

*Epichloë typhina* Tul.

Frank, A. B., Die pilzparasitären Krankheiten der Pflanzen. Aufl. II, Bd. 2, 1896, S. 459—461.
Eriksson, J., Kolfsjuka a timotej. Landtbr. Ak. Handl. o. Tidskr., 1904, S. 240—250.

Diese Krankheit befällt in erster Linie *Phleum pratense* und *Dactylis glomerata*, außerdem mehrere Arten der Grasgattungen *Poa, Agrostis, Calamagrostis, Milium, Holcus, Bromus, Schedonorus, Anthoxanthum* usw. Sie erscheint als ein anfangs grauweißer, nachher goldgelber bis brauner Überzug an der obersten Blattscheide, im kleinen erinnernd an die weibliche Ähre bei den Rohrkolbenarten *(Typha)*, wonach der lateinische Speziesname gebildet worden ist. Die Krankheit hat zur Folge, daß das Wachstum des Sprosses aufhört und keine Ähre ausgebildet wird. Der grauweiße Filz besteht aus dicht zusammengedrängten, radial nach außen gerichteten Pilzfäden, an deren Spitzen einzellige

Konidien abgeschnürt werden. In dem Maße, als der Filz eine gelbbraune Farbe annimmt, werden indessen diese Pilzfäden durch andere verdrängt, die sich zu Sporenschläuchen entwickeln, deren jeder acht lange, schmale, gegliederte Sporen enthält. Man hat angenommen, daß die Konidien die Krankheit im Sommer von der einen Pflanze zur anderen verbreiten, während die eigentlichen Sporen den Pilz von Jahr zu Jahr am Leben erhalten sollen.

Fig. 86. Kolbenpilz der Gräser. a. Ganzer Rasen von Timothegras, mit meistens kranken Halmen. — b. Längsschnitt eines Kolbens mit zahlreichen, flaschenförmigen Sporengehäusen längs den Seiten. — c. Sporenschlauch mit Sporen. (a. nach K. v. Tubeuf, b. und c. nach E. Rostrup.)

Um die Richtigkeit dieser Annahme experimentell zu prüfen, wurden im Jahre 1902 in Schweden einige Inokulationsversuche an verschiedenen, für den Pilz empfänglichen Grasarten im Gewächshaus ausgeführt. Als Konidienmaterial wurden sehr kleine Stückchen weißer Timotheegras-Scheiden verwendet. Solches Material wurde Mitte August an die erste Blattscheide junger, in Töpfen gezogener Sämlinge folgender Grasarten angeheftet: *Dactylis glomerata* (6 Pflanzen), *Holcus lanatus* (6 Pfl.), *Poa nemoralis* (5 Pfl.), *P. pratensis* (6 Pfl.), *Phleum Böhmeri* (3 Pfl.) und *Phl. pratense* (3 Pfl.). Nach 39 Tagen war indessen an keiner der geimpften Pflanzen die geringste Spur von Krankheitsausbruch zu entdecken. Inwiefern eine längere, vielleicht jahrelange Inokulationsdauer hier von Nöten ist, läßt sich nach diesen Versuchen nicht schließen. Es scheint, als könne diese Pilzart, wenn sie einmal in die Wirtspflanze hineingekom-

men ist, in der Grundachse der mehrjährigen Gräser fortleben und vielleicht auch mit dem Samen verbreitet werden.

Mitunter hat sich die Krankheit sehr bösartig auf Timotheegras gezeigt. So in Deutschland in den Jahren 1870 und 1879. So auch in Schweden im Jahre 1901, aber besonders im Jahre 1902, wo sie in großen Gebieten, nicht nur in mehreren, mittelschwedischen Orten (Bezirken von Stockholm, Wästmanland, Örobro und Skaraborg), sondern auch weit im Süden (Skäne) auftrat. In einigen Ortschaften wurde die Ernte bis ⅓ der normalen verringert. Im selben Jahre wurden Knaulgras und andere Gräser in denselben Gegenden von derselben Krankheit nicht oder nur wenig befallen. Im darauffolgenden Sommer (1903) blieb aber auch das Timotheegras überall verschont. In Ungarn (Klausenburg) ist dieser Pilz auch an *Agropyrum repens* wahrgenommen worden (Pater, 1913).

## Mutterkorn.

*Claviceps purpurea* (Fr.) Tul.

*Sphacelia segetum* Lev. — *Sclerotium Clavus* DC.

Tulasne, L. R., Mémoire sur l'Ergot des Glumacees. Ann. Sc. Nat., T. 23, Sér. 3, 1853, S. 5—56.

Stäger, R., Infektionsversuche mit Gramineen-bewohnenden Claviceps-Arten. Bot. Zeit., 1903, S. III—158.

Stäger, R., Infektionsversuche mit überwinterten Claviceps-Konidien. Myc. Centr. Bl., 1912, S. 198—201.

Stäger, R., Impfversuche mit dem Mutterkorn des Weizens. Mitt. Naturf. Ges., Bern, 1922, S. 11—20.

Falck, R., Über die Bekämpfung und die Kultur des Mutterkorns im Roggenfelde. Pharm. Zeit., 1922, S. 73—75, 77—79.

Mit dem Namen Mutterkorn bezeichnet man von alters her die großen, harten, außen dunkelvioletten, im Inneren rein weißen Gebilde, die nicht selten in den Ähren und Rispen der Getreide- und Grasarten an Stelle der normalen Körner vorkommen. Sie sind mehrmals größer als gewöhnliche Körner und es können mehrere davon in ein und derselben Ähre oder Rispe auftreten. Besonders häufig finden sie sich in Roggenähren, wo man sie früher, wenn sie diese befielen, als *Secale cornutum* bezeichnete.

Die Mutterkörner sind die zur Überwinterung bestimmten Sklerotien des Pilzes *Claviceps purpurea* (Fr.) Tul. Gegen die Erntezeit trennen sie sich leicht von den Ähren und fallen zu Boden. Die sitzen gebliebenen Sklerotien gelangen mit dem Getreide in die Scheune und weiter in das gedroschene Saatgut.

Wenn die Mutterkörner den Winter über im Freien liegen, von der Erde bis zu etwa 1 cm bedeckt, so keimen sie im Frühjahr. Aus jedem Mutterkorn wächst dann eine Mehrzahl, oft bis 10 oder mehr, Fruchtkörper hervor. Diese bestehen aus einem dünnen, rotgelben, zerbrechlichen Stiel und einem kugeligen, dunkelroten Köpfchen. Der Stiel wird so lang, daß der Kopf gerade über die Erdoberfläche hinaufreicht. Ringsum an der Oberfläche des Köpfchens sind eingesenkte, flaschenförmige Sporengehäuse vorhanden, die lange Sporenschläuche mit je acht langen, schmalen Sporen enthalten. Diese Sporen treten aus ihren Behältern zur Blütezeit der Getreide- oder Grasart heraus. Sie werden durch den Wind in der Umgebung verbreitet. Zum Teil kommen sie in die offenen Blüten hinein, an deren Narben sie haften und keimen, um dann in den jungen Fruchtknoten hinunterzuwachsen. Durch ein einzelnes Mutterkorn können Hunderte von Roggenblüten angesteckt werden.

Fig. 87. Mutterkorn auf Roggen. a. Anlage eines Mutterkorns. — b. Roggenähre mit 3 Mutterkörnern. — c. Überwintertes Mutterkorn mit 13 Fruchtkörpern. — d. Köpfchen eines Fruchtkörpers im Durchschnitt; ringsum an der Oberfläche flaschenförmige, eingesenkte Sporengehäuse. — e. Sporengehäuse mit Sporenschläuchen. (Nach E. Rostrup.)

Die infizierten Fruchtknoten entwickeln sich in anderer Weise

als die gesunden und sondern von ihrer Oberfläche eine klebrige, süßlich schmeckende, blaßgelbe Flüssigkeit ab, die an den von Blattläusen abgesonderten sogenannten „Honigtau“ erinnert und deshalb oft mit diesem Namen bezeichnet wird. Diese Flüssigkeit enthält eine unzählige Menge kleiner Konidien, welche die Sommersporenform des Pilzes bilden. Man hielt diese Entwicklungsform lange für eine besondere Pilzart, die man *Sphacelia segetum* Lév. nannte. Vermittels der Konidien wird der Pilz auf gesunde Blüten derselben oder anderer Ähren verbreitet. Diese Verbreitung geschieht durch das Ausfließen der Flüssigkeit, durch den Wind, der die Ähren gegeneinander schüttelt, oder durch Insekten, welche Blüte nach Blüte besuchen. Die angesteckten

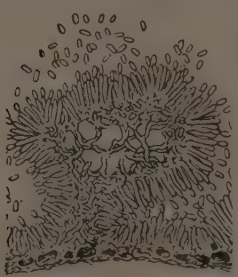


Fig. 88. Sphacelia segetum. (Nach E. Prillieux.)

Fig. 89. Mutterkörner auf Grasarten. a. *Festuca arundinacea.* — b. *Dactylis glomerata.* — c. *Calamagrostis arundinacea.* — d. *Triticum desertorum.* — e. *Phleum pratense.* (Orig.)

Fruchtknoten wachsen aus und nehmen schließlich die Gestalt der Mutterkörner an. Eine solche Ansteckung durch zufällig überwinterte Konidien kann im folgenden Jahre stattfinden, wenn solche Konidien offene Roggenblüten treffen.

Von den Getreidearten wird in erster Linie Roggen durch diese Krankheit angegriffen. Bisweilen findet man bis zu 10 %

der Roggenähren mit Mutterkörnern behaftet. Die so befallenen Ähren reifen dazu später und liefern zahlreichere verschrumpfte oder fehlgeschlagene Körner als die gesunden Ähren (Seymour u. Mc. Farland, 1921). Nur ganz sporadisch findet man Mutterkorn-Ansatz bei Gerste und Weizen. Diese Seltenheit ist aus den besonderen, blütenbiologischen Verhältnissen bei diesen beiden Cerealien zu erklären. Während der Roggen seine offenen Blüten stundenlang den sporenübertragenden Insekten oder Wind- und Lufttemperatur-Strömungen präsentiert, hüten Weizen und Gerste, sozusagen ängstlich, das Heiligtum des wachsenden Fruchtknotens im selten geöffneten Kerker ihrer Spelzen. Auf Hafer ist Mutterkornbildung in Algier und in Nordamerika beobachtet worden.

Man hat entdeckt, das innerhalb dieser Pilzart mehrere biologisch getrennte, spezialisierte Formen vorhanden sind. Bisher sind folgende Formen unterschieden: 1. f. sp. Secalis auf Roggen, seltener auf Gerste, Weizen und Hafer, und außerdem auf *Anthoxanthum odoratum, Hierochloa borealis, Arrhenatherum elatius, Dactylis glomerata, Hordeum murinum, Festuca pratensis, Phalaris arundinacea, Briza media* und *Calamagrostis arundinacea,* läßt sich auch leicht überführen auf *Poa pratensis, P. caesia, P. sudetica, P. hybrida* und *P. compressa;* — 2. f. sp. Lolii auf *Lolium perenne, L. italicum, L. temulentum, L. rigidum* und *Bromus erectus;* — 3. f. sp. Poae annuae auf *Poa annua;* — und 4. f. sp. Brachypodii auf *Brachypodium silvaticum* und *Milium effusum.* Die letztgenannte Form zeigt die Eigentümlichkeit, daß sie an der frühzeitig blühenden *Milium*-Species Konidien in reichlicher Menge, aber nur rudimentäre Sklerotien ausbildet, während dieselbe auf der später im Sommer blühenden *Brachypodium*-Species sowohl Konidien als voll entwickelte Sklerotien erzeugt.

Die Mutterkörner sind giftig. Aus mit Mutterkörnern reich behaftetem Roggen gebackenes Brot ruft die sogenannte „Kriebelkrankheit" („Ergotisme", „Raphania") hervor, die zuweilen sehr bösartig auftreten kann. Sie äußert sich durch Ohnmachtsanfälle, Krämpfe und Lähmung. Man kennt aus älteren Zeiten Epidemien, wo nur 5 % der Angegriffenen vom Tode gerettet wurden. Auch Rindvieh und Geflügel sind nach dem Genuße mutterkornhaltigen

Getreides erkrankt. Nach längerer Lagerung scheint indessen die Giftigkeit abzunehmen und vielleicht schließlich ganz aufzuhören. Der Sicherheit wegen sollte man jedoch die Mutterkörner immer sorgfältig aus dem Getreide entfernen, bevor man das Vieh damit füttert oder es mahlen läßt.

Um den Vorrat der nach dem Weltkriege mehr und mehr reduzierten Zufuhr der für medizinischen Zweck hochgeschätzten Drogue *Secale cornutum* („Ergotin") aus den früher wichtigsten Einfuhrländern (Rußland und Galizien) und den gleichzeitig stark gesteigerten Handelspreis der Ware zu regulieren, hat man in neuester Zeit spezielle Anordnungen erwogen und detaillierte Arbeitsmethoden ausgebildet, eine künstliche Kultur von Roggenmutterkorn zu schaffen (Hecke, 1921; Falck, 1922).

*Schutzmaßregeln:* 1. Man entferne mittels Sieb oder Trieur aus Getreide- oder Grassaat darin befindliche Mutterkörner oder Bruchstücke von solchen, damit die Körner, als Saatgut verwendet, keinen Ansteckungsstoff auf die im folgenden Jahre wachsenden Pflanzen übertragen, bzw. keine Krankheit bei Menschen oder Tieren verursachen, wenn sie als Nahrung benutzt werden. — 2. Ist die Getreide- oder Grassaat mit Bruchstücken von Mutterkörnern, die sich in der schon angegebenen Weise nicht entfernen lassen, stark besetzt, so schütte man das Saatgut in einen Bottich, der eine 32prozentige Chlorkalium-Lösung enthält, rühre während einer Viertelstunde gut um, schöpfe die leichten, zur Oberfläche heraufschwimmenden Mutterkornstücke ab, spüle dann die Saat mit reinem Wasser schnell ab und breite sie zum Trocknen aus. — 3. Da die Claviceps-Köpfchen, die aus dem Mutterkorn auskeimen, nur einen verhältnismäßig kurzen, höchstens drei, selten vier cm langen Stiel besitzen, so pflüge man im Herbst die Stoppeln so tief unter, daß die vor oder während der Ernte zu Boden gefallenen Mutterkörner nicht imstande sind, ihre Köpfchen bis zur Oberfläche zu bringen, und für die Infektion dann nicht oder nur im beschränkten Maße in Frage kommen. — 4. Da die Getreideähren nur während der Blütezeit für Ansteckung empfänglich sind, so suche man ein gleichzeitiges und kurz dauerndes Blühen der Getreidepflanzen dadurch zu veranlassen, daß man den Dünger sorgfältig und gleichmäßig ausstreut, die Körner möglichst gleich tief aussät, und frühe und späte Sorten ein und derselben Getreideart nicht nebeneinander wachsen läßt.

— 5. Hat man Grund zu fürchten, daß Mutterkörner auf den Gräsern der Grabenränder erscheinen werden, durch welche die Getreideart angesteckt werden könne, so mähe man diese zur Blütezeit ab.

Mit der jetzt beschriebenen Pilzart sind sehr verwandt: **Claviceps Wilsoni** Cooke (? = *Cl. purpurea* f. sp. *Glyceriae* Stäg.) auf *Glyceria fluitans*, und **Cl. microcephala** Tul. auf *Phragmites communis*, *Molinia coerulea*, *Nardus stricta* und *Aira caespitosa* (Stäger, 1903).

## d) Dothideales.

**Phyllachora graminis** (Pers.) Fuck. erzeugt längliche, schwarze, etwas glänzende Flecken an den Blättern von *Dactylis glomerata*, *Agrostis stolonifera* u. a. Gräsern. Die Flecken erscheinen zuletzt an beiden Blattseiten. Die Blätter vergilben und werden frühzeitig welk. — **Plowrigthia Trifolii** Kil. bildet an den Blättern

Fig. 90. Phyllachora graminis. a. Blattstück von *Triticum caninum* mit Pilzflecken. — b. Eingesenktes Sporengehäuse im Durchschnitt mit zahlreichen Sporenschläuchen. (a. Orig.; b. nach A. B. Frank.)

Fig. 91. Plowrightia Trifolii. a. Blatt mit Pilzflecken. — b. Perlschnurförmig gegliederte Hyphen. (a. nach E. M. Freeman; b. nach E. Rostrup.)

mehrerer Kleearten, besonders auf *Trifolium incarnatum* und *T. repens*, wie es scheint am schwersten auf sehr üppig wachsenden Kleefeldern, kleine krustenartige, unterseits schwarze, oberseits braune Flecken, die birnenförmige, zweizellige, perlschnurartig geordnete, braune Konidien tragen. Mit Hilfe der Koni-

dien verbreitet sich der Pilz während der Vegetationszeit bisweilen auf Incarnatklee so heftig, daß ganze Felder dadurch zerstört werden. Die Konidienbildung dauert bis zum Eintritt des Winters fort. Von dieser Zeit an beginnt die Entwicklung eines neuen Stadiums des Pilzes. In den toten, meistenteils abgefallenen Blättern entstehen im Blattgewebe eingesenkte Pykniden, die in ihrem Inneren Pyknosporen entwickeln, deren Aufgabe ist, den Pilz während des Winters weiter zu verbreiten. In seinem auf der lebenden Kleepflanze während der Vegetationszeit auftretenden Stadium ist der Pilz früher *Polythrincium Trifolii* Kunze benannt worden.

Für das Wiederauftreten der Krankheit an den Kleepflanzen im nächsten Jahre wird durch die Herausbildung von Perithecien gesorgt. Diese werden schon im Spätherbste in den noch grünen Blättern, oft neben den Pykniden an derselben Blattspreite und wie diese im Blattgewebe eingesenkt, angelegt, erreichen aber erst nach Überwinterung unter einer schützenden Erdbedeckung ihre volle Ausbildung und Reife. Die Perithecien enthalten 2—4 Sporensäcke, jeder Sack acht zweizellige, helle Ascosporen einschließend. Mit diesen, im Frühjahre keimfähigen Sporen kommt die Krankheit auf die neue Kleevegetation (Kilian, 1923).

**Diachora Onobrychidis** (DC.) J. Müll. erzeugt schwarze, krustenartige Flecken an den Blättern von *Onobrychis sativa* und *Lathyrus tuberosus*. Die Flecken entwickeln teils Pykniden, teils wirkliche Sporengehäuse.

## e) Sphaeriales.

### Schwärze des Getreides.

*Mycosphaerella Tulasnei* Jancz.

*Cladosporium herbarum* Link.

Janczewski, E., Recherches sur le Cladosporium herbarum. Bull. Ac. Sc. Crocovie, 1894, S. 1—22.

Lopriore, G., Die Schwärze des Getreides. Landw. Jahrb., Bd. 23, 1894, S. 1—40.

Prillieux, E., Sphaerella Tulasnei Jancz. In „Mal. Pl. Agrie", T. 2,, 1897, S. 252—263.

In feuchten Jahren findet man nicht selten an Roggen und Weizen, bisweilen auch an den übrigen Getreidearten, gegen den Beginn der Erntezeit auf den vergilbten Blättern, Halmen und Spelzen, ja auch an den Körnern selbst, einen schwarzen Überzug, der unter der Lupe in Form kleiner, schwarzer, in langen Reihen geordneter Punkte hervortritt. Jeder Punkt besteht aus einem Büschel von dunkel olivenfarbigen Pilzfäden, die an der Spitze einfache oder gegliederte Konidien abschnüren. Das Mycel, von dem der Fadenbüschel ausgeht, ist entweder an der Außenseite der Oberhaut des Organs, oder in den Zellen derselben, oder auch in unter der Oberhaut gelegenen Zellen ausgebreitet. Es besteht aus einer unregelmäßig gestalteten Anhäufung von kleinen, fast schwarzen, dicht zusammengedrängten

Fig. 92. Schwärze auf Weizen. (Konidienstadium.) a. Blattscheide und b. Ährchen mit kleinen schwarzen Pünktchen. (Nach E. Janczewski.)

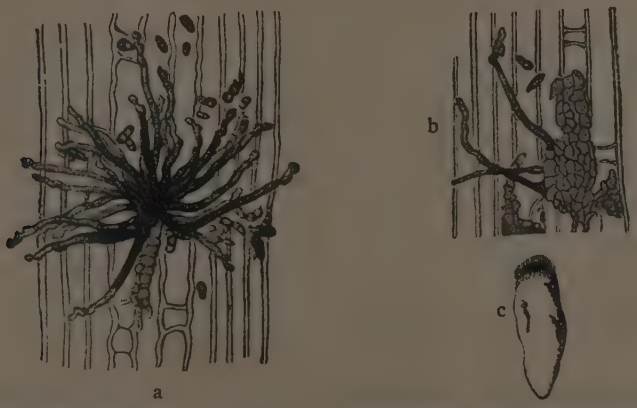



Fig. 93. Schwärze auf Roggen. a. Blattscheide mit Pilzfadenbüschel. — b. Blattscheide mit sklerotienartiger Pilzanhäufung. — c. Korn von „Taumelroggen" mit sklerotienähnlichen Gebilden an der Oberfläche. (a. und b. nach E. Janczewski; c. Orig.)

Pilzzellen, die ein zuweilen kugelförmiges, sklerotiumartiges Gebilde, gewissermaßen ein rudimentäres Sporengehäuse, erzeugen.

In dem jetzt beschriebenen Entwicklungsstadium wird der Pilz von altersher *Cladosporium herbarum* genannt. Man nahm lange an, daß diese Pilzform nur solche Pflanzenteile angreifen könne, die aus irgendeiner anderen Ursache geschwächt und infolgedessen weniger widerstandsfähig seien, daß dagegen völlig gesunde Pflanzen nicht befallen würden. Durch neuere Unter-

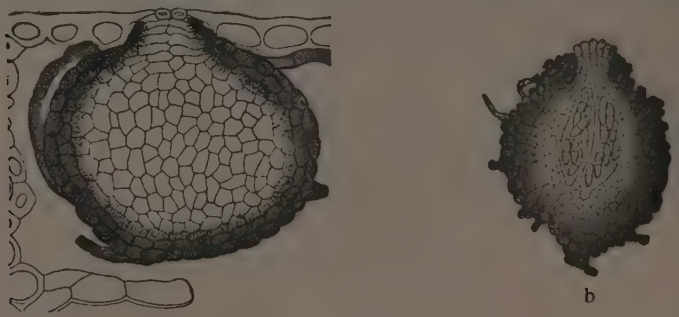



Fig. 94. Schwärze auf Roggen (a) und Weizen (b). Sporengehäusestadium. a. Sklerotium, das sich zum Sporengehäuse auszubilden beginnt. — b. Fertig gebildetes Sporengehäuse mit sichtbaren Sporenschläuchen. (Nach E. Janczewski.)

suchungen ist indessen festgestellt worden, daß der Pilz als wahrer Getreideparasit zu betrachten ist. Er kann die Getreidepflanzen, speziell die Weizenpflanze, in allen ihren Entwicklungsstadien angreifen, und zwar die Keimlinge so, daß sie vollständig zu Grunde gehen, die entwickelten Pflanzen am mittleren Teile des Halmes, so daß sie entweder keine oder nur kümmerliche Ähren setzen, die Ähren zur Blütezeit so, daß sie keine Körner bilden, und endlich die Ähren zur Reifezeit so, daß die Körner schlecht ausgebildet werden.

In künstlichen Kulturen hat man durch Zugabe künstlicher Nahrung dem Pilze eine erhöhte Lebenskraft verleihen und ihn zur weiteren Entwicklung bringen können. Man hat gesehen, daß kugelige Sklerotien sich in wirkliche, mit Sporenschläuchen versehene Sporengehäuse umgestaltet haben. Dieses Entwicklungsstadium des Pilzes wird *Mycosphaerella Tulasnei* genannt.

Als schädlicher Parasit tritt *Cladosporium herbarum* auch an vielen anderen Pflanzenarten verschiedener Familien auf. Die Blätter der Erbsen bekommen gelbe oder braune Flecken, an denen schwarze Büschel von Pilzfäden, die Konidien abschnüren, sichtbar werden. Die Pflanzen vertrocknen von unten herauf und blühen nur schwach. An älteren Pflanzen werden auch die Hülsen angegriffen. Übrigens findet man diesen Pilz im feuchten Spätherbste an fast allen möglichen Pflanzen, sowohl an Kräutern wie an Stauden und an Bäumen als ziemlich unschädlichen Saprophyt.

Mit dem *Cladosporium herbarum* zusammen treten bisweilen in besonders regnerischen Jahrgängen an Roggenkörnern mehrere andere Pilzformen gesellig auf. Unter diesen ist besonders das Konidienstadium *Endoconidium temulentum* Prill. u. Del. des Becherpilzes *Stromatinia temulenta* Prill. u. Del. zu beachten. Dieser Pilz bildet an der Oberfläche der durch Schwärze befallenen Roggenkörner weißliche, kissenförmige Polster von Konidienträgern, die aus ihren durchgebohrten Spitzen eiförmige Konidien erzeugen.

Fig 95. a. Endoconidium temulentum. — b. Stromatinia temulenta. (Nach E. Prillieux.)

Man hat vielerorts wahrgenommen, daß die von den kombinierten beiden Pilzen befallenen Roggenkörner, die in irgendeiner Form, als Brot, Grütze, Mehl usw., als menschliche oder tierische Nahrung verwendet werden, einen bestimmten, wenn auch vorübergehenden, gesundheitsschädlichen Einfluß ausgeübt haben. Die giftigen Wirkungen äußern sich durch Kopfschmerzen, Mattigkeit, Schwindel, Störungen der Sehkraft und einen besonderen Rausch, mit dem nach Kohlenoxydvergiftungen auftretenden vergleichbar. Solche Kalamitäten kennt man seit den achtziger Jahren des vorigen Jahrhunderts, besonders schwer im Jahre 1923, aus Schweden, wo man das giftige Getreide als „Örräg (ör = yr = schwindelig) bezeichnet (Eriksson, 1883). Am meisten bekannt ist solcher „Taumelroggen" jedoch aus Süd-Rußland (Woronin, 1891). In Frankreich nennt man denselben „Seigle enivrant" (Prillieux, 1897).

Man glaubte anfangs, daß die giftigen Wirkungen solches Getreides auf das Vorhandensein des Schwärze-Pilzes zurückzuführen seien. Durch genaue, in Deutschland ausgeführte Fütterungsversuche mit Mehl, in welchem dieser Pilz allein vorhanden war, an Ratten, Kaninchen, Hunden und Hühnern, sowie auch mit stark geschwärztem Weizenstroh an einem Pferde, ist indessen klargestellt, daß der Schwärze-Pilz unschuldig ist. Man muß unter solchen Umständen den ihn begleitenden *Endoconidium*-Pilz als den wahren Gesundheitszerstörer betrachten. Als Gegenmittel gegen die Giftwirkungen haben die einheimischen Bewohner saure Milch, sowie auch Einmischen von Hafermehl in das Roggenmehl, mit Erfolg angewandt.

*Schutzmaßregeln:* 1. Man ernte das geschwärzte Getreide früh und brenne bald darauf die Stoppeln ab. — 2. Man lasse stark geschwärztes Stroh nicht wieder als Dünger auf die Felder kommen. — 3. Stroh und Getreide müssen vor dem Einfahren in die Scheuer gut trocken sein.

## Herzfäule der Runkelrübe.

*Mycosphaerella tabifica* Prill. u. Del.

*Phoma Betae* (Oud.) Frank.

Prillieux, E., La Pourriture du Coeur de la Betterave, Bull. Soc. Myc., T. 7, 1891, S. 15—19.

Frank, A. B., Neue Untersuchungen über Phoma Betae, Zeitschr. Ver. Rübenz.-Ind., T. I, Bd. 45, 1895, S. 157—188. — T. 2, Bd. 45, 1895, S. 271—293.

Frank, A. B., Mitteilungen über die Herz- und Trockenfäule der Zukkerrüben (1895). Ib., S. 972—1025.

Hedgcock, G. G., Proof of the Identity of Phoma and Phyllosticta on the Sugar Beet. Journ. Myc., Vol. 10, 1904, 2. S.

Peters, L., Über die Erreger des Wurzelbrandes. Arb. Kais. Biol. Anst. Land- u. Forstw., Bd. 8, 1913, S. 211—259.

Edson, H. O., Seedling diseases of Sugar Beets and their relation to Root-Rot and Crown-Rot. Journ. Agr. Res, Vol. 4, 1915, S. 135—168.

Gäumann, E., Untersuchungen über die Herzkrankheit (Phyllonekrose) der Runkel- u. Zuckerrüben. Beibl. Viert. Jahrschr., Naturf. Ges., Zürich, Jahrg. 70, Nr. 7, 1925, S. 1—106.

Die Herzfäule — in Frankreich „Maladie du coeur" („Pourriture de coeur") und in England „Heart Rot of Beet" („Blight of Beet") genannt, tritt im Hochsommer, im Juli oder August, auf

vereinzelten Pflanzen oder auch fleckenweise in den Rübenfeldern auf. Zuerst werden die jüngsten Blätter der Rosette schwarz und sterben ab. Bald gelangt die Krankheit auch in die nächststehenden, älteren Blätter, wo sie durch die Blattstiele, die oft breite, helle Querbänder zeigen, in die Spreite übergeht. Allmählich sterben auch diese Blätter ab, ja es kommt vor, daß die Rüben gegen Ende des Sommers fast sämtlicher ursprünglich vorhandener Blät-

Fig. 96. Herzfäule der Runkelrübe. a. Jüngeres Krankheitsstadium (im August). — b. Älteres Krankheitsstadium (im Oktober). (Orig.)

ter beraubt sind. Dafür werden nicht selten am Rübenkopf zahlreiche, kleine Blattrosetten mit verkümmerten Blättern entwickelt. Inzwischen fängt die Krankheit an, sich auch am Rübenkörper selbst, gewöhnlich zuerst in den äußeren Partien des dicksten Rübenkörpers zu zeigen. Es bilden sich dort braune, in Fäulnis übergehende, mehr oder weniger tief in das Fleisch eingesenkte Flecken.

Mitunter kann die Krankheit zum Stillstand kommen, die Rübe steht aber auf jeden Fall sowohl an Größe als an Zucker-

gehalt einer gesunden nach. In den meisten Fällen geht jedoch eine erkrankte Rübe schließlich in Fäulnis über.

Fig. 97. Herzfäule auf Futterrübe. (Orig.)

Die Krankheit befällt sowohl Futter- als Zuckerrüben und tritt in verschiedenen Jahren sogar an demselben Orte in verschiedenem Grade verherrend auf. Nach der allgemeinen Ansicht werden die Pflanzen durch anhaltende, starke Trockenheit im Hochsommer, zu der Zeit, wo die Blätter am kräftigsten wachsen und die Verdunstung im Verhältnis zur Wasseraufnahme durch die Wurzeln zu groß ist, für die Krankheit besonders empfänglich.

Es ist eine fleißig diskutierte Frage, wo man den wirklichen Erreger dieser Krankheit suchen soll, entweder in einem bei der Rübenpflanze während deren intensiver Kultur eingetretenen Schwächezustande, der sich unter besonders ungünstigen Wachstumsverhältnissen schwer geltend macht, daß also folglich diejenigen Pilzarten, die man an den kranken Rübenpflanzen gefunden hat, nur eine sekundäre Rolle als Vollender des Zerstörungswerkes spielen, oder ob wir es hier mit einer wirklichen pilz-

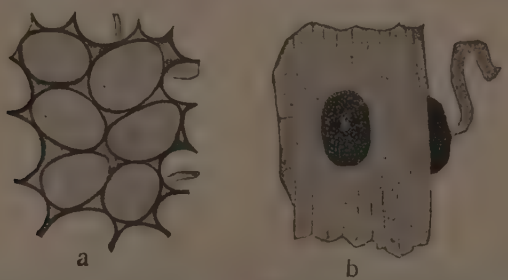



Fig. 98. Phoma Betae. a. Zellgewebe mit Pilzmycel. — b. Pykniden, die eine davon eine Konidienranke ergießend. (Nach O. Linhart.)

parasitären Krankheit zu tun haben. Infolge zahlreicher, neuerer Untersuchungen scheint man indessen nunmehr im allgemeinen geneigt zu sein, irgendwelche Pilzart, in erster Linie *Phoma betae* Frank, für den primären Krankheitserreger zu halten. Diese Pilzart — auch *Phoma sphaerosperma* Rostr. und *Phyllostictat abifica* Pril. u. Del. genannt — tritt an der Oberfläche der befallenen Wurzelpartien als schwarze, punktkleine Pykniden hervor, in deren Innern helle, eiförmige Pyknosporen entwickelt werden. In feuchter Umgebung quellen diese Sporen in langen Schleimranken aus der apikalen Öffnung der Pykniden heraus. In diesem Stadium findet man den Pilz auch in den Fruchtzweigen der Samenrüben, ja sogar an den reifen Samenkapseln, sowie an den in Kellern oder Mieten aufbewahrten Rüben.

Fig. 99. Fortsetzungsstadium des Herzfäulepilzes. Blattbräune der Runkelrüben. a. Blatt mit Pilzflecken. — b. Konidien. — c. Sporenschlauch mit 8 Sporen. (a. und b. nach O. Kirchner u. H. Holtshauser; c. nach A. B. Frank)

Im Spätherbst kommt bisweilen auf den Rübenfeldern unter dafür günstigen Umständen ein Fortsetzungsstadium des Pilzes zum Vorschein. Dieses Stadium, die Blattbräune der Runkelrübe, *Mycosphaerella tabifica* — auch *Pleospora putrefaciens* Frank genannt — bildet an den älteren Blättern und Blattstielen kleine, schwarze, punktähnliche Sporengehäuse. In diesen sind Sporenschläuche eingeschlossen, die je acht mehrfächerige Sporen enthalten. Bei feuchter Witterung verfaulen leicht die kranken Blattflecken.

Neben dem Phoma-Pilze kommen indessen an den von der Herzfäule befallenen Rübenwurzeln noch andere Pilzformen vor, die beim Zerstörungswerk beteiligt sind. Unter diesen seien erwähnt: *Pythium de Baryanum* Hesse, *Aphanomyces laevis* de By. und *Rhizoctonia* sp.

Endlich ist auch die Meinung geäußert worden, der Krankheitserreger sei ein Schleimpilz *Myxomonas Betae* Brz., der anfänglich in einem Plasmastadium symbiotisch mit dem eigenen Plasmainhalt der Nährzelle zusammenlebe, — also in ähnlicher Weise wie das im vorhergehenden als „Mykoplasma" beschriebene, latente Entwicklungsstadium gewisser Rost- und Falscher Meltau-Pilze — und erst später als Parasit sich geltend mache usw., (Brzezinski, 1906). Die Existenz eines solchen Stadiums ist indessen von mehreren Seiten bestritten worden (Trzebinski, 1907; von Faber, 1908; Peters, 1913). — Es ist auch möglich, daß unter dem Namen Herzfäule sich mehrere, aus verschiedenen Ursachen entstehende Krankheiten verbergen.

Die Herzfäule kann mit Sicherheit bis zur Mitte der 80er Jahre des vorigen Jahrhunderts zurück verfolgt werden; sie richtete damals auf Rübenfeldern in Brandenburg und Schlesien schwere Verwüstungen an. Im Jahre 1892 wurde sie in Frankreich beobachtet und beschrieben, und im folgenden Jahre trat sie in fast allen rübenbauenden Ländern Europas auf.

*Schutzmaßregeln:* 1. Tiefes Umackern des Bodens im Frühjahre, damit er der Trockenheit widerstehe. — 2. Düngemittel, die das Wachstum zu sehr fördern, sind zu vermeiden. — 3. Man säe nicht zu früh, damit die Rübenpflanzen nicht in der kritischen Zeit von der Sommerdürre getroffen werden. — 4. Das Kraut kranker Rüben darf nicht auf den Düngerhaufen gebracht werden. — 5. Auf Boden, der kranke Ernte hervorgebracht, baue man wenigstens in den vier nächsten Jahren keine Rüben. — 6. Man wähle zum Anbau möglichst widerstandsfähige Rübensorten.

**Mycosphaerella brassicicola** (Duby) Lindau erzeugt an den Blättern von Blumenkohl kleine, runde, in der Mitte braun-graue, von einem oliv-grünen Rande begrenzte Flecken. An den äußeren Blättern können diese Flecken so massenhaft hervorkommen, daß sie zuletzt die ganze Blattfläche fast vollständig einnehmen und das Blatt töten. An den inneren Blättern kommen die Flecken nur vereinzelt zum Vorschein und verursachen allein ein Vergilben des Blattes. Am Rande der Flecken entdeckt man bald sehr kleine Pünktchen, die Mündungen der im Blattgewebe ein-

gesenkten Pykniden, die aus ihrer inneren Wand Konidien absondern, welche die Krankheit weiter verbreiten. In diesem Entwicklungsstadium ist der Pilz *Phyllosticta Brassicae* West. benannt worden. In alten, toten Blättern entstehen unmittelbar unter der Epidermis Perithecien, anfangs als kugelig zusammengeschlossene Zellenmassen. Bald brechen diese als kleine Erhöhungen, in welchen Sporenschläuche entwickelt werden, durch die Epidermis. In diesem Mycosphaerella-Stadium überwintert der Pilz. In Australien und in Nordamerika scheint dieser Pilz eine größere ökonomische Bedeutung zu haben, als in Europa (Osmun u. Anderson, 1915).

**Mycosphaerella pinodes** (Ber. u. Bl.) Nießl., im Konidienstadium *Aseochyta Pisi* Lib. genannt, erzeugt an Blättern, Stengeln und Früchten, mitunter auch an den Samen von Erbse, Wicke, Luzerne und Esparsette gelbe, braun gesäumte Flecken mit kleinen, braunen bis schwarzen Pykniden in der Mitte. Auf den Stämmen und toten Früchten entstehen die Perithecien. Bisweilen hat man verschiedene, unmittelbar nebeneinander wachsende Erbsensorten sehr ungleich vom Pilze befallen gefunden und argwöhnt eine Verbreitung der Krankheit durch Samen. Die Krankheit kann bisweilen die Erbsenernte bedeutend herabsetzen. Von kranken Pflanzen geerntete Erbsen sind nicht als Saatgut zu benutzen (Stone, 1913; Arnaud, 1913).

Fig. 100. Konidienstadium von *Mycosphaerella pinodes*. a. Nebenblätter und b. Hülse mit Pilzflecken. — c. Pyknide. — d. Konidien. (Nach O. Kirchner u. H. Holtshauser.)

**Mycosphaerella exitialis** Mor. und **M. basicola** Frank treten an Blättern und Scheiden von Weizen, Roggen und Gerste auf. Sie erzeugen lange, entfärbte Streifen mit kleinen, braunen Pünkt-

chen. — **M. recutita** Fr. veranlaßt die Entstehung langgezogener, paralleler, grauer Streifen mit reihenförmig geordneten, schwarzen Pünktchen an Blättern von Knaulgras.

**Laestadia microspora** Awd. ist auf Hafer in Dänemark gefunden worden. Die Scheiden, besonders die unteren, sind von schwarzen Pünktchen bedeckt. Die Pflanzen bleiben klein und die Rispen entwickeln sich schlecht.

**Sphaerulina Trifolii** Rostr. erzeugt an der Oberseite der Weißkleeblätter zahlreiche, kleine, kreisrunde, hellbraune, von einem purpurnen Saum umgebene und mit kleinen, schwarzen Pünktchen bedeckte Flecken. Dieser Pilz ist in Dänemark und Deutschland beobachtet worden.

**Pleosphaerulina Briosiana** Bub. ruft an den Blättern der Luzerne teils kleine, braunrote, teils größere, lederbraune Flecken hervor. Die letzteren finden sich meistenteils an den Spitzen und Rändern der Blätter und schließen die Sporengehäuse des Pilzes ein. Der Pilz ist in Österreich beobachtet worden (Bubak, 1909).

## Fußkrankheit des Getreides.

*Leptosphaeria herpotrichoides* de Not. und
*Ophiobolus herpotrichus* Fr.

Prillieux, E. u. Delacroix, G., La maladie du pied du blé causée par l'Ophiobolus graminis Sacc. Bull. Soc. Myc. Fr., T. 6, 1890, S. 110—113.

Mangin, L., Contributions à l'étude de quelques parasites du blé. K. Dausk. Vid. Selsk. Forh., 1899, S. 213—272.

Delacroix, G., Sur le piétin des Céréales. Bull. Soc. Myc. Fr. F. 17, 1901, S. 136—144.

Nilsson-Ehle, H., Stråknäckning hos hörthvete förorsakad of svampen Leptosphaeria herpotrichoides de Not. Sv. Uts. För. Tidskr., 12, 1902, S. 185—205. — Något om en aunan ä höshtvete förekommande svamp (Ophiobolus graminis Sacc). Ib. S. 206—211.

Mc. Alpine, D., Take-all and White-heads in Wheat. Dep. Agr. Vict., Bull. 9, 1904, S. 1—20.

Krüger, F., Untersuchungen über die Fußkrankheit des Getreides. Arb. Kais. Biol. Anst., Land- und Forstw., Bd. 6, 1908, S. 321—351.

Hiltner, L., Eine Voraussage! Im heutigen Jahre wird die sog. Fußkrankheit des Getreides in stärkerem Maße auftreten. Prakt. Blät. Pfl.-bau u. Pfl.-schutz, 1912, S. 37—45.

Foex, E., Observations sur le Piétin du Blé. Ann. Epiph. T. 6, 1919, S. 200—213.

Fitzpatrick, H. M., The Ophiobolus causing Take-all of Wheat. Mycologia, Vol. 14, 1922, S. 30—37.
Kirby, R. S., The Take-all disease of cereals and grasses. Phytop., Vol. 12, 1922, S. 66—88.

Die Fußkrankheit des Getreides, — in Frankreich „Maladie du Pied" oder „Piétin du blé" und in England „Take-all" oder „White-heads" genannt, — tritt an Weizen, Roggen und Gerste, selten auch an einigen wilden Grasarten, wie *Agropyrum repens* und *Aira caespitosa,* auf. Als Krankheitserreger werden die beiden obengenannten Pilzarten angegeben, in erster Linie aber (wenn es Europa gilt) der *Leptosphaeria*-Pilz. Im allgemeinen hält man beide Pilzarten für echte Parasiten, die eine vollständig gesunde Pflanze angreifen können. Es gibt jedoch auch Forscher, welche dieselben nur als Schwäche-Parasiten betrachten wollen, d. h. als solche, die erst sich ansiedeln lassen, wenn die Pflanzen bereits durch andere Einflüsse geschwächt sind.

In Europa scheint *Leptosphaeria herpotrichoides* als Krankheitserreger die Hauptrolle zu spielen. Dieser Pilz, in landwirtschaftlichen Kreisen oft „Roggenhalmbrecher" benannt, greift vorzugsweise Weizen und Roggen an und ist die wesentliche Ursache dazu, daß Getreidehalme zur Reifezeit an der Basis gebogen und gebrochen werden. Der Pilz befällt das unterste Halmglied innerhalb der Blattscheide. Das Glied nimmt eine bräunliche Färbung an, und man sieht zuweilen an dessen Oberfläche einen schwärzlichen Überzug oder verstreute schwarze Gruppen von Pilzfäden. Das Zellgewebe des Halmes ist von Pilzmycel durchwuchert, und die stützenden Gewebeelemente des Halmes werden schlecht ausgebildet. Der Halm ist an der angegriffenen Stelle schwach und bricht dort durch die Einwirkung des Windes oder eines anderen äußeren, störenden Faktors leicht ab. Die Halme liegen deshalb kreuz und quer am Boden. Die am frühesten gebrochenen Halme entwickeln gar keine Ähren, andere wieder setzen wohl Ähren an, diese werden jedoch schwach, mit eingeschrumpften Körnern.

In feuchter Umgebung entwickeln sich an der Oberfläche kranker Halmpartien eigentümliche längliche, mehrfächerige Pilzbildungen, die man hat als Konidien des Pilzes deuten und mit *Dictyosporium opacum* Cool. u. Harl. vergleichen wollen.

Die Sporengehäuse haben eine herausgezogene Mündung und sind oft mit Haaren bekleidet. Die Sporen sind lang zugespitzt, mit zahlreichen (3—8) Querwänden versehen. Sie keimen bisweilen schon im Inneren der Sporenschläuche.

Feuchtkalte Witterung in den Monaten Mai und Juni scheint die Fortschritte der Krankheit zu begünstigen. Zur Disposition gegenüber Fußkrankheit dürften auch die Witterungsverhältnisse jenes Jahres, in dem die Aussaat reifte, wenn eine durch Trockenheit bedingte Notreife eintrat, mitwirken. Die Entwicklungsfähigkeit der Pflanzen wird herabgesetzt und deren Widerstandsfähigkeit gegen die Angriffe des Pilzes geschwächt. Daher tritt die Krankheit auf kaltem und steifem Boden am schwersten auf. Als Beförderer der Krankheitserreger muß man auch eine zu kräftige Entwicklung des Weizens in milden Wintern und späte Nachtfröste rechnen.

Diese Krankheit ist in Frankreich seit der Mitte des vorigen Jahrhunderts bekannt. Eine allgemeine Aufmerksamkeit erregte sie aber dort erst in den 70er und 90er Jahren auf Weizen. In England trat sie im Jahre 1861 an *Aira caespitosa* und im Jahre 1884 an Weizen auf. In Italien wurde sie im Jahre 1875 auf *Agropyrum* sp. und im Jahre 1886 auf Weizen beobachtet. Im Jahre 1894 verheerte sie schwer die Roggenfelder in Norddeutschland (Pommern, Brandenburg, Posen) und vernichtete an einigen Orten bis zu 75 % der Ernte. Erst seit den Jahren 1903 und 1904, als der Pilz auch in Holland, Böhmen, Bulgarien, Ungarn, Rußland und Skandinavien zum Vorschein kam, kann man ihn als einen allgemeinen und gefährlichen Verwüster der europäischen Getreide-, speziell der Weizenfelder, bezeichnen.

Verschiedene Weizensorten leiden durch die Krankheit in ungleichem Maße. In Schweden haben die alten Landweizensorten und deren Nachkommen, wie „Mittelschwedischer Sammetiger“ und „Mittelschwedischer Glatter Landweizen“ am schwersten gelitten, während gewisse neue Sorten, wie „Extra-Squarehead“, „Fyris-“, „Grenadier-“, „Bore-“ und „Toppsquarehead-Weizen“ verhältnismäßig verschont geblieben sind. In Deutschland haben gewisse englische Weizensorten sich in erster Linie befallen erwiesen, und zwar die weißen mehr als die braunen.

Neben der jetzt beschriebenen Pilzart kommt bei der Fußkrankheit des Getreides meistenteils auch *Ophiobolus herpotrichus* gesellig vor. Dieser Pilz — auch unter den Speciesnamen *O. graminis* und *O. herpotrichoides* aufgenommen und in deutsch „Halmtöter" genannt — befällt in erster Linie Weizen, aber auch Roggen und Gerste. Der Halmtöter bildet einen schwarzen Über-

Fig. 101. *Leptosphaeria herpotrichoides.* a. Unterer Teil einer Weizenpflanze mit Sporengehäusen. — b. Mycel an der Oberfläche des Halmes. — c. Konidien. — d. Zerdrücktes Sporengehäuse. — e. Sporenschlauch mit gekeimten Sporen. (a. und d. nach E. Krüger; b., c., e. nach L. Mangin.)

zug an dem untersten Halmgliede innerhalb der Blattscheide und verleiht dem ganzen unteren Teil der Pflanze oft eine schwärzliche Farbe. Auch die Wurzeln werden angegriffen und im größten Teil ihrer Länge schwarz. Wenn die Pflanzen ausgerissen werden, folgt die Erde gern mit. Einige Pflanzen bleiben sehr niedrig mit kaum herausschießenden Ähren. Andere erreichen wohl eine größere Länge, werden aber bald ganz welk

und bis in die Ähren hinauf von Rußtau schwärzlich gefärbt. Die Körner bleiben klein und schrumpfen ein.

Man hat bisweilen an kranken Halmpartien einen schwärzlichen Staub angetroffen, in welchem man sehr kleine, einzellige, eiförmige, sporenähnliche Körperchen unterscheiden wollte, und man hat diese als ein Konidiumstadium des Pilzes, als eine *Coniosporium*-Form gedeutet; ob mit Recht oder nicht, ist noch unsicher.

Fig. 102. Ophiobolus herpotrichus. a. Unterster Teil einer frühreifen Weizenpflanze: schwarze Pilzstreifen an der Stengelbasis; an den Wurzeln haftet Erde. — b. Mycel. — c. Konidien. — d. Sporenschlauch. — e. Spore. — f. Keimende Spore. (a. und d. nach A. B. Frank; b., c., e., f. nach L. Mangin.)

Die Sporengehäuse, die später im Herbst erscheinen, sind kolbenförmig, mit schiefem Hals und in der Unterlage eingesenkt. Bei *O. graminis* sind sie glatt, bei *O. herpotrichoides* behaart. Die Sporen sind acht an der Zahl, fadenförmig, farblos, bei der letzteren Art schmäler und länger. Sie zeigen im Innern eine Reihe kleiner Tropfen und zuletzt einige wenige Scheidewände.

Diese Krankheit tritt gewöhnlich nur an begrenzten Flecken der Getreidefelder auf; sie erscheint nicht, wie der Halmbrecher, gleichmäßig über das ganze Feld. In Schweden ist an gewissen Weizensorten („Bore"- und „Grenadier-Weizen") *O. graminis* schwer verheerend aufgetreten, während namentlich *O. herpotrichoides* aus Italien, Frankreich und Deutschland bekannt ist.

In Italien hat man eine ähnliche Krankheit auf *Agropyrum repens* und in Australien auf *Bromus sterilis* beobachtet.

In Nordamerika ist die Fußkrankheit, obgleich sicherlich früher vermutet, zuerst vom Anfange dieses Jahrhunderts an bemerkt worden. Der Krankheitserreger wird dort *Ophiobolus cariceti* (B. u. Br.) Sacc. bezeichnet, und zwar ohne Mitwirkung anderer Pilzarten. Im Jahre 1921 konnte man die Krankheit in dem Staate New York an 78 unter 224 untersuchten Weizenfeldern, auf 16 Bezirke verteilt, nachweisen. Die Zerstörung ging an einem Felde bis zu 20 %. Die Verbreitung der Krankheit schien wesentlich durch kranke Erde oder durch in gesunde Erde eingemischte kranke, sporengehäusetragende Strohpartien stattzufinden. Das Gedeihen des Pilzes zeigte sich durch alkalische Reaktion der Kulturerde gefördert, durch saure Reaktion dagegen gehemmt. Zwischen den einzelnen Varietäten des kultivierten Weizens war keine verschiedene Widerstandsfähigkeit sicher zu entdecken. In künstlichen Kulturen im Gewächshause zeigte sich der Pilz auf eine oder mehrere Arten der Gattungen *Agropyrum, Bromus, Elymus, Festuca, Hystrix, Lolium, Phalaris* etc. übertragbar.

In Australien war die Fußkrankheit des Getreides schon im Jahre 1852 bekannt. Als Krankheitserreger wird dort seit dem Anfange dieses Jahrhunderts *Ophiobolus graminis* Sacc. angegeben.

*Schutzmaßregeln:* 1. Frühzeitiges und tiefes Unterpflügen der Stoppeln. — 2. Eggen der Wintergetreidefelder im Frühjahr. — 3. Nach dem Eggen eine Extradüngung mit Chilisalpeter. — 4. Nicht zu häufig wiederholter Anbau einer Getreideart auf ein und demselben Boden. — 5. Düngung mit Thomasphosphat. — 6. Vermeidung zu reichlicher Stickstoffdüngung.

**Dilophia graminis** (Fuck.) Sacc., „Federbuschsporenkrankheit", greift eine große Anzahl zur Familie der Gräser zählende Pflanzenarten an. Der Pilz bildet teils freie oder in kugelige Behälter eingesenkte Konidien, teils Sporengehäuse, welche Sporensäcke und Sporen einschließen. Im freien Konidienstadium trifft man ihn an den Blättern, wo er längliche, rotbraune, von einem hellen Saum umgebene Flecken bildet. In der Mitte ist der Flecken kreideweiß und trägt spindelförmige, farblose Konidien, die mit drei Scheidewänden und gewöhnlich auch mit einigen feinen Fäden an beiden Enden versehen sind. Diese Konidienform, auch *Mastigosporium album* Rieß. genannt, kommt auf *Phleum pratense, Dactylis glomerata, Alopecurus pratensis* u. a. Grasarten vor. Die in den Pykniden eingeschlossene Konidienform, auch als *Dilophospora graminis* Desm. beschrieben, bildet grauschwarze, im Inneren weiße Krusten. Diese

Konidien sind lang und gegen die Enden mit einem Büschel feiner Haare versehen. Diese Form bewirkt Verbildungen der Blätter bei *Holcus lanatus*, *Alopecurus pratensis* u. a. Gräsern.

In England, Frankreich und der Schweiz ist diese Krankheit am Wintergetreide sehr bösartig aufgetreten und hat die Ähren

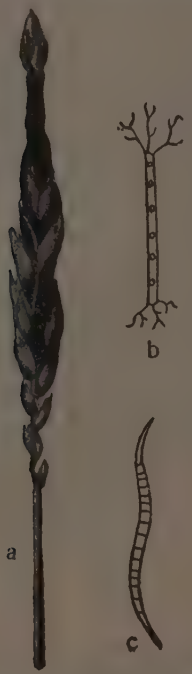



Fig. 103. *Dilophia graminis*. a Verbildete Weizenähre. — b. Konidie. — c. Askospore. (a. nach O. Kirchner u. H. Holtshauser; b. und c. nach E. Rostrup.)

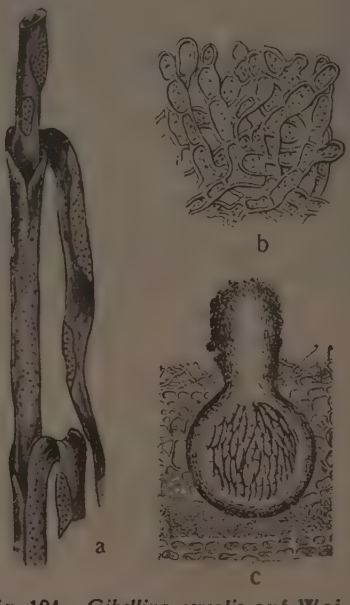



Fig. 104. *Gibellina cerealis* auf Weizen. a. Halm mit Flecken vom Filzgewebe des Pilzes. — b. Konidien erzeugendes Oberflächenmycel. — c. Eingesenktes Sporengehäuse. (a. nach G. Massee; b. und c. nch F. Cavara.)

zum Teil in dünne, schwarze Mißgestalten mit nur wenigen Körnern in jeder Ähre verwandelt.

**Gibellina cerealis** Pass. greift nur Weizen an. Im Frühjahr fangen die Weizenpflanzen, wenn sie eine Höhe von 25—30 cm erreicht haben, an, zu vergilben und hinzusiechen. Es treten an Halm und Blättern, besonders häufig an den Blattscheiden, grau-

braune, zuerst runde, scharf begrenzte, später verlängerte, zusammenfließende Flecken hervor, die von einem erhöhten, filzartigen Pelz bedeckt sind. Dieser Pelz wird von reich verzweigten, dicken, wasserhellen Fäden gebildet, die eiförmige, reihenweiße geordnete Konidien nach außen abschnüren. Die Blätter insbesondere die unteren, werden dürr und rollen sich ein. Ähren kommen entweder nicht zur Ausbildung, oder sie sind ganz leer. In dem grauen Pilzfadenpelz treten bald, meistens an den Scheiden, zahlreiche, schwarze, reihen- oder gruppenweise geordnete Punkte hervor. Diese sind die Mündungen der in das Blattgewebe eingesenkten, flaschenförmigen Perithecien. Letztere enthalten Sporensäcke mit je acht, in zwei Längsreihen geordneten Sporen. Die Wand der Sporensäcke ist dünn und wird bald aufgelöst, so daß die Sporen frei im Gehäuse liegen. Es scheint, daß die Sporen in der Erde überwintern, um im nächsten Jahre an den aufwachsenden, neuen Weizenpflanzen einen neuen Ausbruch der Krankheit hervorzurufen.

Der Pilz wurde zum erstenmal auf Weizenfeldern bei Parma (Norditalien) im Jahre 1883 beobachtet und 1886 beschrieben. Im Jahre 1891 wurde er bei Florenz wieder gefunden. Später ist er auch in Ungarn und Frankreich wahrgenommen worden. Indessen scheint er nicht in allen Jahren aufzutreten (Cavara, 1893).

Als *Schutzmaßregel* gegen die Krankheit wird empfohlen, früh im Sommer alle erkrankten Halme zu sammeln und zu verbrennen und auf demselben Boden im nächsten Jahre Weizen nicht zu bauen.

## Streifenkrankheit der Gerste.

*Pleospora trichostoma* Wint. f. sp. Hordei Died.

*Helminthosporium gramineum* Rab.

Kölpin-Ravn, F., Byggets Stribesyge. In „Nogle Helminthosporium-Arten." Köbenhavn, 1900, S. 17—31. — Res. in Zeitschr. Pfl. Kr., Bd. II, 1901, S. 3—7.

Diedicke, H., Über den Zusammenhang zwischen Pleospora- und Helminthosporium-Arten. Centr. Bl. Bakt., Abt. 2, 1902, S. 317—329; 1903, S. 52—59.

Noack, F., Helminthosporium gramineum Rab. und Pleospora trichostoma Wint. Zeitschr. Pfl. Kr., Bd. 15, 1905, S. 193—205.

Vogt, E., Ein Beitrag zur Kenntnis von Helminthosporium gramineum Rbh. Arb. Biol. R. Anst., Land- u. Forstw., Bd. II, 1923, S. 387—397.
Drechsler, Ch., Helminthosporium gramineum Rab. Journ. Agr. Res., Vol. 24, 1923, S. 650—656.

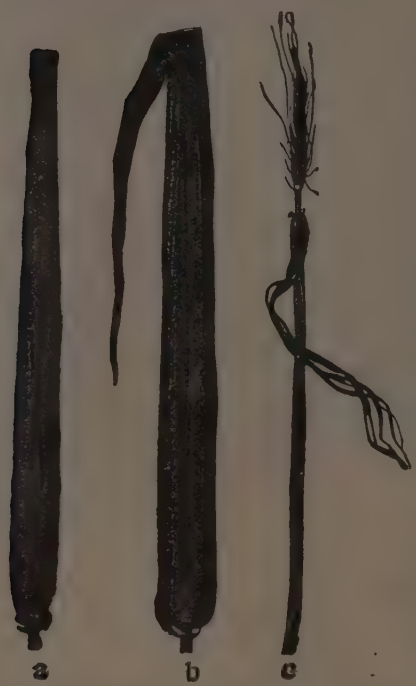



Fig 105. Streifenkrankheit der Gerste. a. Junges und b. Älteres Stadium der Krankheit auf Blättern. — c. Spitze eines kranken Halmes (a. und b. Orig.: c. nach F. Kölpin-Ravn.)

Die Krankheit zeigt sich zuerst im Frühsommer, Ende Mai oder Anfang Juni, an Gerstenpflanzen. Sie tritt dann in Form eines oder mehrerer langer, schmaler Streifen an der Blattspreite auf. Die Streifen sind zuerst blaßgelb, nachher schwarz, von einem schmalen, gelben Rand umgeben. Die Anzahl der Streifen nimmt allmählich zu, und kann schließlich die Blattspreite zum größten Teile von solchen ganz bedeckt sein. Gleichzeitig fangen die Blätter, besonders an der Spitze, an, sich in lange Fäden aufzuschlitzen. Das Wachstum der ganzen Pflanze hört auf. Ähren werden nicht angesetzt, oder es wird nur eine leere Ähre entwickelt. Derartige kranke Pflanzen kommen auf den Gerstenäckern vereinzelt vor. Größere Flecken oder ganze Felder nimmt die Krankheit nicht ein.

An den kranken Blattstreifen tritt bald ein schwarzer Staub hervor, und zuletzt ist die ganze Pflanze von einem solchen bedeckt. Dieser Staub besteht aus kurzen Pilzfäden, welche, einzeln oder zu mehreren, durch die Spaltöffnungen des Blattes hervordringen und Konidien abschnüren. Die Konidien sind walzen-

förmig und mit mehreren, gewöhnlich 4—5, Querwänden versehen. Sie sind anfangs gelb und werden später olivenfarbig oder braun. Sie sitzen sehr lose und werden durch den Wind leicht fortgeweht. Wenn die auf den Blättern gebildeten und vom Winde fortgeführten Konidien in die geöffnete Gerstenblüte gelangen, so keimen sie dort, z. B. in der Narbenfeuchtigkeit, zu einem Mycel aus, das die parenchymatischen Zellschichten der Fruchthülle durchwuchert und sich hier in ein derbwandiges

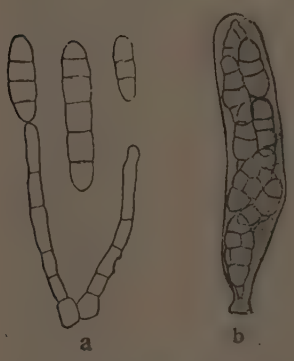



Fig. 106. *Helminthosporium gramineum.* a. Mycel mit Konidien. — b. Sporenschlauch mit acht Sporen. (a. Orig.; b. nach E. Noack.)

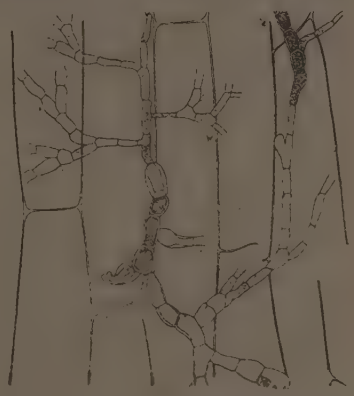


Fig. 107. *Helminthosporium gramineum.* Auskeimendes Dauermycel auf der Epidermis der Fruchtwand. (Nach E. Vogt.)

Dauermycel umwandelt, ohne im allgemeinen die Reifung des Kornes merklich zu beeinflussen. Im nächsten Frühjahr keimt dieses Dauermycel bei Zutritt von Feuchtigkeit sofort nach der Aussaat aus und dringt in den jungen Gerstenkeimling ein. Auf diese Weise findet die Übertragung der Streifenkrankheit von einem Jahre zum anderen durch das Saatgut statt. Für die Verbreitung der Krankheit auf dem wachsenden Getreide im Sommer von Blatt zu Blatt, von Pflanze zu Pflanze, scheinen dagegen die Konidien so gut wie keine Rolle zu spielen.

Diese jetzt beschriebene Entwicklungsform des Pilzes wird im allgemeinen *Helminthosporium gramineum* genannt.

Auf diese Entwicklungsform folgt eine andere, die am toten Halme saprophytisch lebt. Diese Form, die *Pleospora trichostoma*

genannt wird, kommt auf Stoppeln nach kranken Pflanzen zum Vorschein, im Herbst spärlich, im nächsten Frühjahre häufig. Es erscheinen dabei kleine, fast halbkugelige Sklerotien, die an der Oberfläche schwarz und mit steifen, dunklen, etwas violett schimmernden Borsten besetzt sind. Sie halten sich den Winter über unverändert. Erst im Frühjahr tritt die Lebensfähigkeit derselben wieder hervor. Diese gibt sich entweder dadurch kund, daß sie in Sporengehäuse umgewandelt werden, indem die 4—5 äußeren Reihen des Pseudoparenchyms als Wandung bestehen bleiben, während der Rest desselben im Inneren bei der Entwicklung der Schläuche aufgebraucht wird, oder es werden in feuchter Atmosphäre an der Oberfläche der Sklerotien Konidien abgeschnürt. Weder die Ascosporen noch die Konidien können eine vollentwickelte Gerstenpflanze anstecken. Infolgedessen findet keine allgemeine Verbreitung der Streifenkrankheit an den Gerstenfeldern im Laufe des Sommers statt. Bei künstlichen Impfungen im Hause hat man indessen mit Stückchen von streifenkranken Gerstenblättern junge Gerstenpflänzchen, sobald das erste Laubblatt einige cm über die Erdoberfläche hervorgekommen war, infizieren können.

Mit diesem Pilze sehr nahe verwandt ist **Pyrenophora Tritici-repentis** (Died.) Dresh. auf *Agropyrum repens*.

Die Streifenkrankheit der Gerste ist in ganz Mitteleuropa, sowie auch in den skandinavischen Ländern und in Nordamerika verbreitet. In Dänemark hat sie in gewissen Jahrgängen bis 20—40 % der Ernte vernichtet. Der Totalverlust an der Gerstenernte ist dort bisweilen auf 7—8 Millionen Kronen jährlich geschätzt worden.

*Schutzmaßregeln:* 1. Man nehme das Saatgut von Äckern, wo die Krankheit im vorhergegangenen Jahre nicht aufgetreten ist. — 2. Wenn solches Saatgut nicht zur Verfügung steht, so desinfiziere man das Saatgut mit einem fuwiziden Beizmittel, wobei Germisan in erster Linie zu empfehlen ist. — 3. Man säe nicht zu früh oder bei kühler Witterung.

## Braunfleckigkeit der Gerste.

### *Pyrenophora teres* (Died.) Drechs.

*Helminthosporium teres* Sacc.

Kölpin-Ravn, F., Byggets Helminthosporiose. In „Nogle Helminthosporium-Arten", Köbenhavn, 1900, S. 31—37. — Res. in Zeitschr. Pfl. Kr., Bd. II, 1901, S. 7—8.

Bakke, A. L., The late Blight of Barley (Helminthosporium teres Sacc.) Contr. Bot. Dep. Iowa St. Coll. Ames, Nr. 49, Iowa Acad. Sc., Vol. 19, 1912, S. 93—102.

Drechsler, C., Helminthosporium teres Sacc. — Pyrenophora teres (Died.). Journ. Agr. Res., Vol. 24, 1923, S. 656—663.

Fig. 108. Braunfleckigkeit der Gerste. a. Junges, primär erkranktes Blatt. — b. Älteres, sekundär erkranktes Blatt. — c. Halm mit Pykniden (kleinen schwarzen Punkten) und Sklerotien (größeren, mit Borsten bekleideten Gebilden). — d. Pyknide. — e. Konidien. — f. Sklerotium im Durchschnitt. (Nach F. Kölpin-Ravn.)

Diese Krankheit — auch „Helminthosporiose der Gerste" genannt — unterscheidet sich von der eben beschriebenen Streifenkrankheit der Gerste u. a. dadurch, daß sie kürzere, getrennte, braune Flecken an der Blattspreite erzeugt, und daß das Blatt nicht aufgeschlitzt wird, oder seine Elastizität im unteren Teil verliert, sondern die normale Form und Stellung stets beibehält. Die Ähre erreicht gewöhnlich auch eine mehr oder weniger normale Ausbildung und scheint nur insofern beschädigt zu sein, daß die Spitzen der Körner blaubraun werden („Blauspitzigkeit").

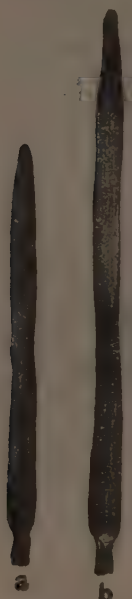


Fig. 109. *Helminthosporium Avenae.* (Nach F. Kölpin-Ravn)

Die Krankheit kommt gern gleichzeitig an sämtlichen oder an den meisten Pflanzen auf ausgedehnten Flecken oder auf ganzen Feldern vor und kann zu jeder beliebigen Zeit während der Vegetationsperiode bei günstigen Witterungseinflüssen einen epidemischen Charakter annehmen. Feuchte Witterung fördert die Entwicklung des Pilzes.

Man unterscheidet zwischen primärer und sekundärer Braunfleckigkeit. Die primäre bricht früh und nur am ersten Blatt aus. Das Ursprungsstadium soll sich im Saatkorn befinden. Die sekundäre Krankheit erscheint an den folgenden Blättern. Man nimmt an, daß dieser Ausbruch eine Folge der Ansteckung durch die ersten, primär erkrankten Blätter sei. Durch die Konidien verbreitet sich die Krankheit während der Vegetationszeit leicht von Blatt zu Blatt. Die kranken Blattflecken werden von einem grauschwarzen Staub bedeckt, der teils aus Pilzfäden, teils aus Konidien besteht.

Die jetzt beschriebene Entwicklungsform des Pilzes ist *Helminthosporium-teres* benannt worden. Auf dieses Stadium folgt ein anderes, das saprophytisch an den abgestorbenen Strohteilen lebt. Letzteres erscheint teils in Form von Pykniden, sehr kleinen warzenförmigen Punkten, die kleine rundliche Konidien erzeugen, teils in Form größerer, von Borsten bekleideter Sklerotien, welche überwintern und erst im folgenden Frühjahr ihre Entwicklung fortsetzen.

Diese Krankheit wurde zuerst im Jahre 1881 in Italien wahrgenommen. Etwa 10 Jahre später wurde sie aus Deutschland und weitere 10 Jahre danach aus Dänemark gemeldet. In Nordamerika hat man dieselbe in 21 Staaten, überall wo die Gerstenkultur von Bedeutung ist, gefunden und als ernsthaften Zerstörer bezeichnet.

Der primären Krankheit beugt man durch Beizmittel vor. Auf die sekundäre Krankheit scheint dagegen solche Behandlung keinen hemmenden Einfluß auszuüben.

Mit dieser Krankheit sehr nahe verwandt sind folgende Helminthosporiosen: 1. **Helminthosporium Bromi** Died. *(Pyrenophora Bromi* Died.) auf *Bromus asper* und *B. inermis* in Deutschland und Nordamerika; — 2. **H. Avenae** Eid. *(Pleospora Avenae* Died.) auf Hafer in Deutschland, Holland, Italien usw.; — und 3. **H. sativum** Pam., King u. Bak. auf Gerste, Weizen, Roggen und zahlreichen anderen Gramineen in fast allen europäischen Ländern, aber insbesondere in Amerika verwüstend aufgetreten (Christensen, 1922; Stevens, 1922; Dosdall, 1923; Drechsler, 1923).

Außerdem hat man in Nordamerika 18 andere Helminthosporiosen unterschieden, die auf verschiedenen Grasarten leben und als eigene Helminthorium-Species betrachtet und bezeichnet werden (Drechsler, 1923).

## Schwarzpunkt-Krankheit des Getreides.

### *Leptosphaeria Tritici* (Gar.) Pass.

de Janczewski, E., Recherches sur le Cladosporium herbarum et ses compagnons habituels sur les céréales. Bull. Ac. Sc. Cracovie, 1894 (Juin), S. 14—15.

Rostrup, E., „Sortprik". Tidskr. Landbr. Planteavl, Bd. 3, 1896, S. 130—132. — und Plantepatol., 1902, S. 468—471.

Dieser Pilz befällt unsere sämtlichen Getreidearten. Er wurde zuerst in Italien auf Weizen beobachtet und hat sich nachher in Deutschland auf Weizen, Gerste und Hafer, in Dänemark auf Gerste und Roggen, sowie in Schweden auf Gerste gezeigt. Es ist indessen noch unerforscht, ob ein und dieselbe Pilzform an allen Getreidearten vorkommt oder wir vielleicht mit verschieden spezialisierten Formen zu rechnen haben.

Die Krankheit erscheint für das bloße Auge in Form kleiner schwarzer Punkte an den Blättern, am deutlichsten in der durchsichtigen Scheide, wenn diese gegen das Licht gehalten wird. Die punktarten Gebilde sind kugelige Sporengehäuse, die eine Mehrzahl Sporenschläuche (Asci) mit je acht vierzelligen Sporen enthalten. Außer den schwarzen Punkten kommen an Blättern und Scheiden fast ebenso häufig helle, braune Punkte vor, die zahlreiche stabförmige, gegliederte Konidien beherbergen. Ob diese ein jüngeres Entwicklungsstadium des Pilzes bilden, weiß man. nicht.

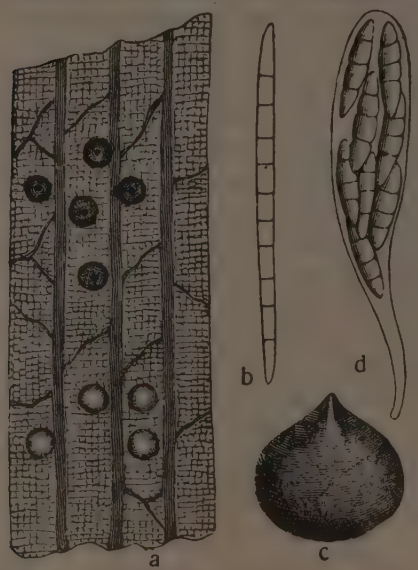



Fig. 110. *Leptosphaeria Tritici.* a. Blattscheide mit hellen Pykniden und dunklen Sporengehäusen. — b. Konidie. — c. Sporengehäuse. — d. Sporenschlauch mit 8 Sporen. (Nach E. Rostrup.)

Die Krankheit kann in bösartigen Fällen die Ernte bedeutend verringern. Die Ähren werden notreif, die Körner klein und leicht. Die durch diese Krankheit an der Gerstenernte in der Umgegend von Kopenhagen (Dänemark) im Jahre 1895 verursachten Verluste hat man auf 1½ Millionen Mark veranschlagt. Regnerische Witterung, verbunden mit hoher Wärme und schwachem Winde, begünstigt die Fortschritte der Krankheit.

**Leptosphaeria exitialis** (Mor) Web. tritt an allen Pflanzenteilen verschiedener Weizenvarietäten auf, kann auch Roggen und *Poa pratensis* infizieren, nicht aber andere Getreide- und Grasarten. Auf den Spelzen der Weizenähren erscheint die Konidiengeneration, früher teils *Septoria nodorum* Berk (1875), teils *Phoma Hennebergii* Kühn (1877) genannt, als große, unregelmäßig gestaltete, schmutzig graubraune oder schokoladenbraune Flecken, an denen kleine, punktförmige, braunschwarze, eine

große Menge quergeteilte Konidien enthaltende Pykniden hervortreten. Die Perithecien hat man an Weizenfeldern im Monat Juli als subepidermale, fast kugelrunde Höhlungen angetroffen, die achtsporige Sporenschläuche enthielten. Schwer angegriffene Pflanzen verkrüppeln, die Halme werden weich und die Ähren erreichen nur die Hälfte der normalen Größe. Die Krankheit ist in zahlreichen europäischen Ländern, wie England, Deutschland, Italien usw. bekannt. In Schweden trat sie im Herbste 1899 sehr bösartig an Sommerweizen (bei Stockholm) auf. In Nordamerika kommt sie in allen weizenbauenden Distrikten, insbesondere in den südlichen und östlichen Zentralstaaten, allgemein vor (Kühn, 1877; Weber, 1922).

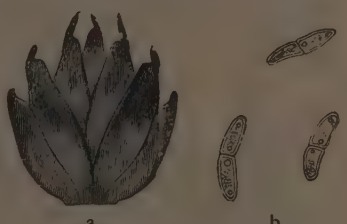



Fig. 111. *Septoria nodorum* auf Weizenähren. a. Ährchen mit Flecken auf den Spelzen. — b. Konidien.. (Orig.)

## Wurzeltöter der Luzerne.

*Leptosphaeria circinans* (Fuck.) Sacc.

*Rhizoctonia Medicaginis* DC.

Decandolle, A. P., Mémoire sur les Rhizoctones. Mém. Mus. Hist. Nat., Paris, 1815, S. 209—216.
Fuckel, L., Mycologisches. Bot. Zeit., 1861, S. 251.
Rostrup, E., Undersögelser angaaende Svampeslaegten Rhizoctonia, Overs. K. D. Vid. Selsk. Forh., 1886, S. 59—76.
Prillieux, E., Rhizoctonia violace (DC.) Tul Malad. Pl. Agric., T. 2, 1897, S. 144—157.
Prunet, A., Sur la Rhizoctone de la Lucerne. C. R. Ac. Sc., Paris, T. 117, 1893, S. 252.
Lüstner, G., Beobachtungen über den Wurzeltöter der Luzerne. Jahr. Ber. K. Lehranst. Geisenh., 1902 (Sep. S. 2—5).
Eriksson, J., Fortgesetzte Studien über Rhizoctonia violacea DC. Ark. Bot., Bd. 14, Nr. 12, 1915, S. 2—16.

Diese Krankheit wird im Juni oder Juli an den Luzernefeldern sichtbar. Es entstehen im Felde kreisförmige Flecken, auf denen die Pflanzen vergilbt und verwelkt sind. An Blättern und Stengeln ist nichts zu entdecken, was die Ursache des Absterbens verraten könnte. Wenn man aber die Pflanzen mit den Wurzeln

ausgräbt, so findet man die Erklärung des Phänomens. Die Wurzel ist von einem aus Pilzfäden bestehenden, dichten, violettroten Filz mehr oder weniger vollständig umsponnen. Die im Wurzelgewebe verbreiteten Mycelteile des Filzes nehmen aus dem Inneren der Wurzel die für den Pilz erforderliche Nahrung auf, während das oberflächliche Mycel zur Vermehrung des

Fig. 112. Wurzeltöter der Luzerne. a. Luzernewurzel von Rhizoctonia-Filz bekleidet, mit darin eingebetteten Sklerotien. — b. Mycel. — c. Sklerotium. (Nach T. Ferraris.)

Parasiten dient. In diesem Mycel sind zahlreiche runde, braunschwarze Körper eingebettet, die Konidienbehältern oder Sporengehäusen anderer Pilze ähnlich sind. Diese Gebilde bestehen indessen nur aus zusammengewobenen Mycelfäden und sind als Sklerotien zu betrachten. Diese Sklerotien sind zweifacher Art, teils klein, schwarz, aus einer äußeren braunen und einer inneren farblosen Schicht bestehend, teils größer, braun, unregelmäßig, mit einer äußeren braunen und einer inneren wein-

gefärbten Schicht. In diesem Entwicklungsstadium wird der Pilz *Rhizoctonia Medicaginis* D C. *(Rh. violacea* Tul.) genannt.

Neben diesen Stadium findet man indessen noch eine andere Entwicklungsform des Pilzes. Es bilden sich meist an der Oberfläche der oberen Wurzelteile, speziell an solchen Stellen, an denen das Mycelnetz sehr dünn und löcherig ist, am häufigsten im Spätherbste kleine, schwarze, zuckerhut- oder birnenförmige, gruppenweise gesammelte Warzen, welche bei ihrer Reife durch unregelmäßige Risse an den Seiten ihren Inhalt ins Freie aus-

Fig. 113. *Leptosphaeria circinans.* a. Stück des oberen Hauptwurzelteiles der Luzerne mit Mycelnetze und Perithecien-Gruppen. — b. Perithecium. c. Sporenschlauch. — d. Ascospore. — e. Ascospore, nach drei Tagen ausgekeimt. (Orig.)

streuen. Diese Warzen sind echte Perithecien. Sie enthalten zahlreiche, achtsporige Sporensäcke. Die Sporen sind in einer einzelnen Reihe oder auch unregelmäßig geordnet. Sie bestehen aus 4 Zellen. Die zwei mittleren Zellen sind größer und dickwandiger, gelb-graubraun gefärbt, die Endzellen kleiner und hellgelblich. Nach Überwinterung im Freien fangen im Monat April die Sporen zu keimen an.

Diese Luzerne-Krankheit wurde zum ersten Male im Jahre 1815 unter dem Namen „Luzerne courounée" in Frankreich beschrieben. Im Jahre 1861 wurde sie aus Deutschland gemeldet. In Mittel- und Unterfranken hatte sie in den Jahren 1893 und

1894 eine große Verbreitung erreicht, im erstgenannten Jahre mindestens 1200 Hektar Luzerneäcker schwer beschädigend. In den Jahrgängen 1900—1910 trat die Krankheit mehr oder weniger häufig in zahlreichen verstreut liegenden Orten des Deutschen Reiches auf. In Österreich und Italien kennt man sie seit 1909 und 1910, und seit dem Jahre 1911 in Schweden. Bei schweren Angriffen können große Luzerneäcker in 2—3 Jahren vollständig zerstört werden.

Fig. 114. Wurzeltöter des Klees
a. Kranke Kleepflanze. — b. Mycel mit pyknidenartigen Fadenknäulen. — c. Mycelpartie. — d. Konidien. (Nach E. Rostrup)

Mit der jetzt beschriebenen Luzerne-Krankheit sehr nahe verwandt, wenn nicht damit identisch, ist der **Wurzeltöter des Klees,** *Rhizoctonia violacea* DC., f. Trifolii. In allem wesentlichen stimmt die Krankheit des Klees mit derjenigen der Luzerne überein, von dieser nur dadurch abweichend, daß man bis jetzt ein Perithecium-Stadium des Kleepilzes vergebens gesucht hat. Neben diesem Unterschied in der Entwicklung des Parasiten ist aber auch die Unregelmäßigkeit im geselligen Auftreten der beiden Krankheitsformen an verschiedenen Plätzen geeignet, die Frage von der eventuellen Identität der beiden Krankheitsformen zu einem noch ungelösten Problem zu machen. In Deutschland fand man den Pilz auf Klee im Jahre 1893 an 6 Stellen (gegen 27 auf Luzerne), im Jahre 1894 an 8 Stellen (gegen 76 auf Luzerne), in den Jahren 1903/1904 an einer Stelle jedes Jahr (gegen zahlreichen auf Luzerne). Dieser Unterschied im Verhalten des Wurzeltöterpilzes auf Luzerne und auf Klee ist so überraschend, als man weiß, daß *Rhizoctonia violacea*

in den zwei letzten Decennien des vorigen Jahrhunderts in Dänemark auf *Trifoliien pratense,* teilweise auch auf *T. hybridum* und *Tr. repens,* so allgemein auftrat, daß die meisten darauf untersuchten Kleefelder im Lande (Sjaelland, Fyen, Jylland und Bornholm) beträchtlich beschädigt wurden.

In vereinzelten Fällen hat man eine ähnliche Krankheit auch auf *Medicago lupulina, Ornithopus sativus* und *Faba vulgaris,* sowie auch auf Lupinen beobachtet.

## Mohrrübe-Fäule.

### *Leptosphaeria Rostrupii* Lind.

*Phoma Rostrupii* Sacc.

Rostrup, E., Phoma sanguinulenta. Zeitschr. f. Pfl. Kr., 1894, S. 195—196.
Rostrup, E., Gulerodesvamp. In „Plantepatologi", 1902, S. 564—566.
Lind, J., Phoma Rostrupii Sacc. und Leptosphaeria Rostrupii n. sp. Annal. Mycol., Vol. 13, 1915, S. 16—17.

Dieser Pilz tritt in seinem Konidien-Stadium, *Phoma Rostrupii* genannt, gegen Ende des Sommers am obersten Teile der Möhren rings um die Blattrosette und an den unter der Erdoberfläche befindlichen oberen Möhrenpartien auf. Er bildet vertiefte, graue, mit kleinen, schwärzlichen, warzenförmigen Erhöhungen bekleidete Flecken. Die Warzen sind Pykniden, welche eine zahllose Menge eiförmige, durch eine gallertige Masse zusammengehaltene Konidien enthalten. Bei feuchter Witterung dringen die reifen Konidien aus der Mündung der Pyknide in zusammenhängender Masse als eine lange, geschlängelte, fleischrote Fadenranke heraus. An den vom Pilz angegriffenen Möhren, die zur Winterlagerung in Keller oder Mieten gelegt worden sind, breitet sich die Krankheit weiter aus und befällt auch die beim Einlegen gesunden Möhren.

Am schädlichsten ist dieser Pilz jedoch für den Möhrensamenbau. Wer eine vom Pilze wenn auch nur sehr schwach angegriffene Möhre für Samenbau pflanzt, wird in seinen Erwartungen schwer getäuscht. Der Pilz wandert nämlich von der kranken Wurzel nach oben die ganze Pflanze hinauf und erzeugt hier und da am Stengel braune, mit Pykniden bekleidete Streifen; diese Pykniden sind denjenigen ähnlich, die im vo-

hergegangenen Jahre an der Möhre vorkamen. Wenn die Pflanze im Begriff ist, aufzublühen, ist die Möhre oft schon faul. Der Stengel wird welk und die ganze Pflanze stirbt ab, ohne Frucht anzusetzen.

An kranken Stengeln, die auf freiem Felde unter natürlichen Verhältnissen überwinterten, hat man im Frühjahr an den noch

Fig. 115. Mohrrübe-Fäule. a. Möhre mit eingesenkten Flecken, an denen Pykniden sichtbar sind. — b. Blütentragende Pflanze mit ebensolchen. — c. Stengelstück mit Konidienranken. — d. Pyknide im Durchschnitt. — e. Konidien. (Nach E. Rostrup.)

leicht kenntlichen Flecken punktähnliche, schwarze Perithecen zu Hunderten angetroffen, die Sporenschläuche enthielten und den Pilz zur Gruppe der Leptosphaeren überführen. Die in den Sporenschläuchen befindlichen Askosporen bilden die Quelle eines neuen Krankheitsausbruches.

Die Krankheit ist seit vielen Jahren in Dänemark sehr verbreitet und hat dort bisweilen große Verluste verursacht.

Sie scheint verschiedene Möhrensorten in ungleichem Grade anzugreifen. Am schwersten haben die Verheerungen sich auf leicht sandigem Humus gezeigt.

*Schutzmaßregeln:* 1. Man entferne und vernichte bei der Mohrrübenernte alle auch nur im geringsten Grade erkrankten Möhren. — 2. Man untersuche von Zeit zu Zeit das Winterlager und schaffe alles Erkrankte fort. — 3. Für den Samenbau pflanze man nur völlig gesunde Möhren aus. — 4. Man wähle zum Anbau solche Möhrensorten, die erfahrungsgemäß sich als die widerstandfähigsten gezeigt haben. — 5. Man verwende als Saatgut nur auf gesundem Boden geerntete Samen. — 6. Man baue die Möhren auf nahrungsreichem und gut zubereitetem Boden. — 7. Auf Boden, der kranke Ernte geliefert hat, baue man für einige Jahre keine Möhren.

## Schwärze der Kohlgewächse.

*Leptosphaeria Napi* (Fuck.) Sacc.

*Sporidesmium exitiosum* Kühn.

Kühn, J., Die Krankheiten der Kulturgewächse. 1858, S. 165 usw.
Rostrup, E., Plantepatologi. Köpenhaven, 1902, S. 472—473.

Dieser Pilz befällt verschiedene kohlartige Pflanzen, wie Raps, Weiße Rübe, Kohlrübe, Weißkohl, Blumenkohl u. a. Er tritt vorzugsweise an Stengelteilen, Blütenstielen und Schoten auf, zeigt sich aber bisweilen auch an den Blättern. Der Pilz ruft auf den angegriffenen Pflanzenteilen längliche oder rundliche, schwarzbraune Flecken hervor. An diesen Flecken wachsen Pilzfäden, die je eine Konidie abschnüren. Die Konidien sind lang gestreckt, braun, mit zahlreichen Querwänden versehen und an der Spitze in einen langen Schnabel ausgezogen. In diesem Stadium wird der Pilz *Sporidesmium exitiosum* genannt.

An der abgestorbenen Pflanze entstehen Sporengehäuse, welche als ein späteres Stadium des Pilzes angesehen werden. Diese Gehäuse sind kugelförmig mit kurzer, ausgezogener Mündung. Die Sporenschläuche enthalten lange, gelbe Sporen mit zahlreichen Querwänden.

Die Krankheit beschädigt am meisten die Schoten. Diese werden durch den Einfluß des Pilzes gekrümmt und springen vorzeitig auf. Die Samen reifen nicht völlig aus. Zum Schutz gegen diese Krankheit empfiehlt es sich, den Raps früh zu schneiden und dann den Schnitt der Nachreife auszusetzen.

Fig. 116. Schwärze auf Blatt der Weißen Rübe. (Orig.)

Fig. 117. Schwärze auf Fruchtstand von Raps. a. Fruchtstand mit schwarzen Pilzflecken. — b. Konidien. (Nach O. Kirchner u. H. Holtshauser.)

**Leptosphaeria avenaria** Web., in Konidienstadium *Septoria Avenae* Frank genannt, ist in Frankreich, Deutschland, England und Nordamerika bekannt. Diese Blattfleckenkrankheit hat sich auf mehrere wilde Avena-Arten, wie *Avena brevis, A. barbata, A. fatua, A. nuda, A. sterilis* und *A. strigosa,* aber nicht auf Arten anderer kultivierter oder wilder Gramineen überführen lassen. Das Askosporen-Stadium des Pilzes kennt man bis jetzt nur aus künstlichen Kulturen im Gewächshaus. (Weber, 1922.)

## f) Discomycetes.

Der Pilzkörper, der hier Apothecium genannt wird, ist weichfleischig oder wachsartig, becher-, napf- oder scheibenförmig und erhebt sich gewöhnlich durch einen kürzeren oder längeren Stil über die Unterlage. An der nach oben gekehrten, eingebuchteten Fläche des Fruchtkörpers sieht man zahlreiche, Seite an Seite gestellte, mit schmalen Saftfäden vermischte Sporenschläuche.

### Kleekrebs.

*Sclerotinia Trifoliorum* Eriks.

Rehm, E., Die Entwicklungsgeschichte eines die Kleearten zerstörenden Pilzes (Peziza ciborioides Fr.). Göttingen, 1872, S. 1—28.
Eriksson, J., Om klöfverrötan. K. Landbr. Ak. H. o. Tidskr., 1880, S. 28—42.
Coleman, L. C., Über Sclerotinia Trifoliorum Erikss., einen Erreger von Kleekrebs. Arb. Kais. Biol. Anst., Land- u. Forstw., Bd. 5, 1907, S. 469—488.
Hiltner, L. u. Gentner, G., Einige Versuche und Beobachtungen über die Ursachen des Kleekrebses. Prakt. Blät. Pfl.-Bau u. Pfl.-Sch., Jahrg. 1912, S. 73—79, 90—95.

Diese Krankheit tritt gern schon im Herbst an jungen Kleepflanzen auf, die aus der Frühjahrssaat aufwachsen. An den Blättern einzelner Pflanzen zeigen sich braune Flecken, die sich schnell verbreiten. Bald wird das ganze Blatt samt dem Stiel welk. Für gewöhnlich entgeht die Krankheit aber in dieser Zeit der Aufmerksamkeit des Landwirtes. Um so mehr fällt sie zeitig im folgenden Frühjahr, wenn der Schnee am Schmelzen ist, in die Augen. Man findet da eine größere oder geringere Anzahl verwelkter Kleepflanzen, deren abgestorbene Zweige nach allen Seiten ausgebreitet und dem Boden dicht angedrückt sind. Oft entstehen auf dem Felde ganz tote Flecken von wechselnder Größe, und in schweren Fällen sterben fast alle Kleepflanzen aus. An den zugrunde gegangenen Pflanzen sind meistenteils am Wurzelhals schwarze, unregelmäßig gestaltete, lose befestigte Sklerotien vorhanden.

Der Pilz schädigt am meisten den Rotklee, ist aber auch auf Schwedenklee, Weißklee und Inkarnatklee, sowie auf *Onobrychis*

*sativa, Medicago lupulina, M. sativa* und mehreren nahe verwandten Pflanzenarten, ja sogar auf *Faba vulgaris*, beobachtet worden. Beim Rotklee erreichen die Sklerotien die Größe einer Erbse oder etwas darüber und entwickeln sich an der Oberfläche der Wurzel. Beim Schwedenklee sind sie weit kleiner und können auch an den oberirdischen Zweigen, bis an deren Spitzen, vorkommen. Bei der Luzerne verfault der obere Teil der Wurzel und die Sklerotien treten rings um den Wurzelhals auf. Nicht selten erholen sich jedoch die kräftigsten Luzernepflanzen, dank ihren langen, tiefgehenden Wurzeln, wieder. Unterhalb des toten Teiles entstehen nämlich Knospen, die im Laufe des Sommers leicht Sprosse entwickeln, welche über die Erdoberfläche wachsen.

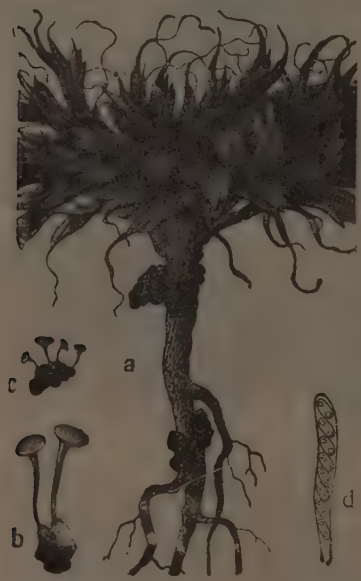



Fig. 118. Kleekrebs. a. Durch den Pilz getötete Kleepflanze mit Sklerotien an den Wurzeln. — b. und c. Sklerotien mit ausgewachsenen Fruchtkörpern. — d. Sporenschlauch. (Orig.)

Im Spätherbste wachsen aus den Sklerotien blaßrote, von langen, schmalen, nicht selten unregelmäßig geschlängelten und gedrehten Stielen getragene Pilzkörper, Apothecien. Die Länge des Stieles richtet sich nach der Tiefe, in der das keimende Sklerotium sich befindet. Der Stiel wird so lang, daß er den scheibenförmig ausgebreiteten Teil des Fruchtkörpers bis direkt über die Erdoberfläche gelangen läßt. An der Oberseite der uhrglasförmigen Scheibe befinden sich die dicht zusammenstehenden Sporenschläuche, deren jeder acht Sporen enthält. Letztere keimen sofort und erzeugen ein Mycel, das in die junge Kleepflanze eindringt und diese schließlich so vollständig durchwuchert, daß ihr ganzes Gewebe mehr oder weniger verdrängt wird und nur die Oberhaut und die Gefäßbündel übrig bleiben. Bei feuchter Witterung entstehen an der Oberfläche der Pflanzen,

speziell beim Wurzelhalse, weiße, flockige Pilzrasen, aus denen die Sklerotien sich entwickeln. Diese können lange im Boden liegen und sogar austrocknen, ohne ihre Entwicklungsfähigkeit einzubüßen. Die Infektion scheint sich in der Regel auf junge Kleepflanzen zu beschränken, wodurch erklärlich wird, daß der Pilz hauptsächlich nur im zeitigen Frühjahr nach der Aussaat auftritt, während zweijährige und ältere Felder nur in Ausnahmefällen erkranken. Milde Winter, reichliche Feuchtigkeit und dichter Bestand begünstigen die Fortschritte der Krankheit.

Verschiedene Kleekulturen, deren Aussaat aus verschiedenen Produktionsorten stammt, können, auch wenn sie nebeneinander wachsen, in verschieden starkem Grade von der Krankheit heimgesucht werden. Im Frühjahre 1911 litten in Bayern die Kleefelder nach ost-, west- und südeuropäischem Saatgut viel schwerer als diejenigen nach mitteleuropäischem Saatgut. Es scheint nicht ganz ausgeschlossen zu sein, daß die Krankheit auch mit der Saat hereinkommen kann.

*Schutzmaßregeln:* 1. Sind im Frühjahr nur ganz wenige und vereinzelt wachsende Pflanzen getötet worden, so grabe man diese alle aus und verbrenne sie nebst den sämtlichen Sklerotien, die hier und in deren Umgebung entdeckt werden, und besäe die leeren Flecken mit Grassamen. — 2. Sollten die meisten Kleepflanzen auf einem nur mit Klee bestellten Felde sich als tot oder im Absterben begriffen zeigen, so breche man sogleich das Feld um und säe eine zu Grünfutterernte geeignete Mischung aus, um für die verloren gegangene Kleernte einen Ersatz zu bekommen. — 3. Auf Boden, der von der Krankheit heimgesucht gewesen ist, säe man in den folgenden drei bis vier Jahren keinen Klee. — 4. Ist auch nur der geringste Grund vorhanden, ein Wiederauftreten der Krankheit zu befürchten, ist der Klee immer in Mischung als Saatgut zu benutzen. — 5. Da allem Anschein nach die Krankheit mit dem Saatgut verbreitet werden kann, suche man tunlichst, eventuell mit Hilfe einer Samenkontroll-Station, die Samen aus einer Kultur zu beziehen, in der die Krankheit nicht aufgetreten ist.

**Sclerotinia Nicotianae** Oud. u. Kon. verursacht an Stengeln und Blättern von Tabak weißliche Flecken, die aus zusammen-

geflochtenen Mycelfäden bestehen. Am Mycel werden kleine Zweige gebildet, welche an der Spitze hyaline kugelige Konidien in kurzen Ketten entwickeln. Aus den Flecken werden später schwarze Sklerotien erzeugt, die zuletzt von der Pflanze abfallen. Auf feuchtem Boden liegend entwickeln die Sklerotien gegen Ende des Winters mehr oder weniger langgestielte Apothecien. Zum Schutze gegen diese Krankheit kann man die Tabak-Kulturen mit einer Kultur von *Phaseolus vulgaris* umgeben. Diese Bohnenart (aber nicht *Ph. multiflorus)* wirft bereits vor der Tabakernte ihre Blätter ab, infolgedessen die Luftfeuchtigkeit zwischen den Tabakpflanzen vermindert wird (Oudemans u. Koning, 1902, 1903).

## Sclerotinia-Fäule.

### *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) Fuck.

de Bary, A., Über einige Sclerotinien und Sclerotienkrankheiten. Bot. Zeit., 1886, S. 377—410.

Smith, R. E., Botrytis and Sclerotinia, their relation to certain plant diseases and to each other. Bot. Gaz., 1900, S. 369—406.

Appel, O. u. Bruck, W. F., Sclerotinia Libertiana Fuckel als Schädiger der Wurzelfrüchte. Arb. Kais. Biol. Anst., Land- u. Forstw., Bd. 5, 1907, S. 189—203.

Pethybridge, G. H., The Stalk or Sclerotium Disease (on Potatoes). Dep. Agr. Irel., Rep. 1910, S. 9—12; 1911, S. 14—20; 1912, S. 13—16; 1913, S. 11—14; 1914, S. 16—19; 1915, S. 17—20; 1916, S. 12—17.

Lind, J., Botrytis cinerea Fries und Sclerotinia Fuckeliana de Bary. Annal. Mycol., 1915, S. 18—21.

Die hierhergehörenden Pilzformen treten zuweilen schon an den im Boden wachsenden Pflanzen auf. Ein derartiger Fall machte sich besonders bemerkbar an einer Artischocken-Kultur bei Stockholm im Jahre 1913. Die Pflanzen waren, wie es schien, gesund und normal herangewachsen und hatten schon Manneshöhe erreicht, als man plötzlich Anfang September an einzelnen Individuen hier und da in der Kultur die Blätter schlaff und schwarz niederhängend fand. Das Wachstum der kranken Pflanzen hörte vollständig auf und es wurden keine Schocken, nur weiße Mycelschwülste, im Boden angesetzt. An der Oberfläche des toten Stengels bildeten sich weiße, baumwollenähnliche Pilzwarzen und in den inneren Hohlräumen derselben zahlreiche,

außen schwarze, innen weiße Sklerotien. Solche Sklerotien traten auch an den Schocken der nebenan wachsenden, scheinbar gesunden Individuen auf.

Bei Mohrrüben, die von derselben Krankheit befallen sind, findet man, besonders im Innern der Wurzel, ähnliche Warzen- und Sklerotienbildungen.

Eine besondere Beachtung verdient eine aus Irland erwähnte Krankheitsform an der wachsenden Kartoffelpflanze. Die Krankheit, die am Platze „Stalk-Disease" — bisweilen auch „Sclerotium-Disease", „Withe Spot", „Falling at the Butt" oder „Houghing" — genannt worden ist, erscheint anfangs Juli an der Außenseite des Stengels, meist unten, in Form kleiner, weißer, baumwollartiger Warzen, an denen bald silberglänzende Tropfen einer wasserhellen Flüssigkeit heraussickern. Die Warzen verdichten und entwickeln sich zu harten Sklerotien von wachsartiger Konsistenz. Derartige Sklerotien entstehen auch in der Höhlung des Stengels. Kurz nach dem ersten Hervortreten der Krankheit

Fig. 119. Zwei Erd-Artischockenpflanzen, die eine (a) gesund, die andere (b) von Sklerotium-Fäule getötet. (Orig.)

wird der Stengel an den zuerst angegriffenen Stellen brüchig, bricht ab und fällt zur Seite. Die an der Außenseite sitzenden Sklerotien lösen sich leicht ab und fallen zu Boden; desgleichen auch die in der Stengelhöhlung befindlichen, wenn der Stengel im Spätherbst zerbrochen oder aufgelöst worden ist. Die Sklerotien keimen im nächsten Sommer und können dann den Ansteckungsstoff auf die neue Kartoffelpflanze verbreiten.

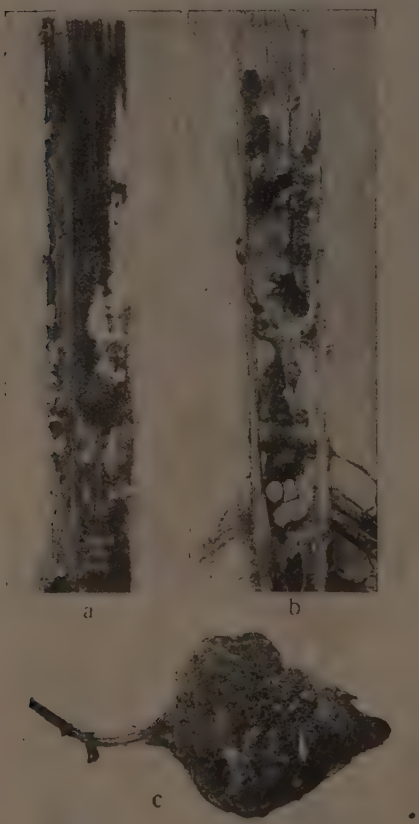



Fig. 120. Sklerotinia-Fäule auf Erd-Artischocke. a. Stengelteil, außen mit weißen, baumwollähnlichen Pilzwarzen. — b. Stengelteil im Durchschnitt, mit zahlreichen schwarzen Sklerotien im Innern. — c. Erd-Artischocke, mit Sklerotien ganz besetzt. (Orig.)

Fig. 121. Sklerotinia-Fäule auf Mohrrübe. Zahlreiche Sklerotien im Innern der Wurzel. (Orig.)

Zahlreiche andere Pflanzenarten des Ackers sowie des Gartens, wie Arten der Gattungen *Brassica, Sinapis, Phaseolus, Carum* usw., können, während sie noch im Boden wachsen, von diesem Pilze heimgesucht werden. Die Verunstaltungen erscheinen als asch- oder braungraue Schimmelflaume an Stammteilen, sowie an Blättern und Blüten, ja sogar an Früchten. Die

a b

Fig. 122. Sklerotium-Fäule auf Futterrüben. a. Rübe mit zahlreichen Sklerotien am unteren Teil der Wurzeloberfläche. — b. Rübe im Durchschnitt; die Figur zeigt die Verbreitung der Fäule im Innern der Wurzel. (Orig.)

befallenen Organe werden in ihrer Entwicklung gehemmt, und schwer angegriffene Individuen setzen kaum Blüten und Früchte an.

Den größten Schaden scheint diese Krankheit den den Winter über in Kellern oder Mieten gelagerten Wurzelgewächsen: Rote Rübe, Weiße Rübe, Kohlrübe, Möhre, Schwarzwurz, Sel-

lerie, Petersilie, Cichorie usw. zuzufügen. Sie gibt sich hier zu erkennen durch ein weißes, baumwollähnliches Fadengewebe, ein üppig wachsendes Mycel, das sich immer weiter über die Oberfläche der Wurzel ausbreitet, aber sich auch an Stengeln und Blättern, soweit solche noch vorhanden sind, zeigen kann. Das Wachstum und die Verbreitung des Mycels wird durch feuchte Luft begünstigt und schreitet in Kellern besser als in Mieten fort. Mittelst des Mycels verbreitet sich die Krankheit schnell von Wurzel zu Wurzel. Der Pilz dringt allmählich ins Innere der Wurzel und bewirkt das Verfaulen der dort vorhandenen Gewebe. Das Mycel kann auch als solches von Jahr zu Jahr im Fußboden der Keller, sowie in Rissen an Wänden und Decken fortleben, und die Krankheit kehrt daher in Kellern, wo sie sich einmal gezeigt hat, gern zurück, wenn Wurzelgewächse dort wieder eingelagert werden.

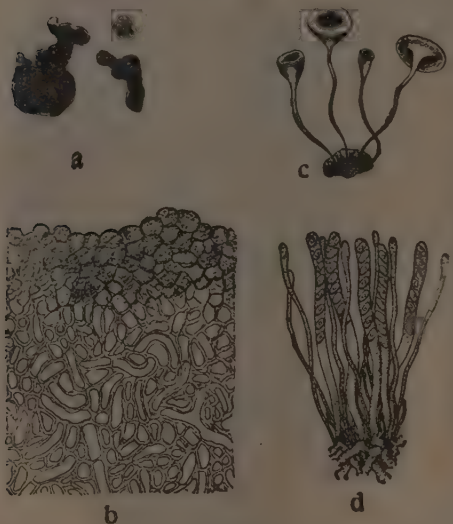



Fig. 123. *Sclerotinia sclerotiorum*. a. Sklerotien. — b. Außenrand eines durchgeschnittenen Sklerotiums. — c. Sklerotium mit vier ausgewachsenen Fruchtkörpern. — d. Sporenschläuche nebst Saftfäden. (a. und d. nach E. E. Smith; b. und c. nach E. Prillieux.)

In dem weißen Filz treten nach einiger Zeit schwarze, harte Sklerotien von sehr verschiedener Form und Größe auf. Ihre Größe wechselt von der einer Erbse bis zu der einer großen Bohne. Sie sitzen oft zu vielen dicht aneinander gedrängt. Ihre Form ist zum Teil von der Unterlage abhängig. An dicken Wurzeln, sowie in Hohlräumen der Stengel und Wurzeln, werden sie rund und dick mit zahlreichen, unregelmäßigen Einbuchtungen, an Blattstielen und Blattrippen abgeplattet und lang ausgezogen. Wenn sie durch ungünstige äußere Verhältnisse gehindert wer-

den, sich zu normaler Zeit weiter zu entwickeln, kann sich der Pilz vermittels der Sklerotien in ruhendem Zustand jahrlang am Leben halten.

Aus den Sklerotien entwickeln sich im Frühjahr Fruchtkörper, und zwar gewöhnlich zu mehreren aus jedem Sklerotium. Diese sind von einem 1—3 cm langen, von einem engen Kanal in der Mitte durchzogenen Stiel getragen. Die Scheibe hat im mittleren Teil eine Vertiefung, die sich bis in den Stielkanal erstreckt. Der Fruchtkörper bekommt dadurch das Aussehen und die Form einer Trompete. Die obere Fläche der Scheibe wird von dichtgestellten Sporenschläuchen gebildet. Jeder Schlauch enthält acht eiförmige Sporen. Wenn diese keimen, entsteht ein Mycel, das an geeigneter Unterlage sich allmählich zu einem baumwollähnlichen Filzgewebe entwickelt.

*Schutzmaßregeln.* 1. Beim Aufnehmen der Wurzelgewächse entferne man alle deutlich erkrankten oder verdächtig aussehenden Wurzeln und lasse sie nicht in den Lagerort kommen. — 2. Sämtliche bei der Ernte etwa vorhandene, fertig ausgebildete Sklerotien sind einzusammeln und zu verbrennen. — 3. Soll die Ernte in einem Keller, in dem die Krankheit sich früher gezeigt hat, gelagert werden, so müssen Boden, Wände und Decke des Kellers vorher gut gereinigt werden, damit das dort seit vorigem Jahre etwa am Leben gebliebene Mycel die eingelagerten Wurzeln nicht anstecke. Größerer Sicherheit halber räuchere man den Keller, unter Beachtung der nötigen Vorsichtsmaßregeln (Feuergefahr), mit Schwefelrauch durch Anzünden pulverisierten Schwefels, das man in einen auf einen flachen Stein gestellten Topf gibt, gründlich aus. — 4. Der Keller soll einigermaßen luftig gehalten werden. Man untersuche das Lager von Zeit zu Zeit, entferne alle kranken Wurzeln und verbrenne sie oder grabe sie tief unter. — 5. Werden die Wurzeln in Haufen im Freien gelagert, decke man sie zuerst mit einer dünnen Schicht frischer Erde zu, gebe darüber eine Schicht trockene Halme und zu oberst wieder Erde. — 6. Schwach erkrankte Wurzeln sind ohne vorheriges Kochen zur Fütterung nicht zu verwenden. — 7. Auf einen Boden, der kranke Ernte hervorgebracht hat, baue man in den nächst folgenden drei Jahren keine Pflanzenarten, die für die Krankheit empfänglich sind.

In diesem Zusammenhange sei, obgleich nicht Apothecien bildend, auch aufgenommen:

## Botrytis-Fäule.

*Botrytis cinerea* Pers.

Ritzema-Bos, J., Kartoffelstengelkrankheit. Zeitschr. f. Pfl.-Kr., 1894, S. 144—146.
Frank, A. B., Sclerotienkrankheit des Rapses. Die Pilzparas. Krankh. der Pflanzen, Bd. 2, Aufl. 2, 1896, S. 493—499.
Smith, R. E., Botrytis and Sclerotinia, their relation to certain plant diseases and to each other. Bot. Gaz., 1900, S. 369—406.
Smith, R. E., The parasitism of Botrytis cinerea. Tb., 1902, S. 421—436.
Pethybridge, G. H., The Botrytis—Disease (on Potatoes). Dep. Agr. Irel., Rap. 1911, S. 20—22; 1916, S. 17—22.
Lind, J., Botrytis cinerea und Sclerotinia Fuckeliana de Bary. Annal. Mycol. 1915, S. 18—21.

Bei Rapspflanzen *(Brassica Napus oleifera)* tritt bisweilen im Hochsommer eine Verfärbung der Stengelbasis ins gelbe oder ins weiße ein, die „Rapskrebs" genannt worden ist. Die Rinde der kranken Flächen liegt dem Holzkörper lose auf und die Oberhaut läßt sich leicht abschälen. Aus dem der Luft ausgesetzten Mycelbeete entwickelt sich ein dichter, grauer bis bräunlicher Schimmel von einfachen oder meistens verzweigten Konidienträgern, an deren Spitzen eiförmige Konidien in traubenartigen Anhäufungen abgeschnürt werden. Mit den Konidien verbreitet sich der Pilz, je nach den vorhandenen Witterungsverhältnissen, mehr oder weniger schnell in der Umgebung. Von einem Jahre zum andern lebt der Pilz durch schwarze, harte, in den Hohlräumen des Stammes entstandene Sklerotien, die im Frühjahr neue Myceläste und Konidienträger aussenden.

Auf dem Stengel des Hanfes *(Cannabis sativa)* kommt bisweilen, speziell in Rußland, eine ähnliche Krankheit, „Hanfkrebs" genannt, vor. Mycelfäden durchwuchern die Stammgewebe bis ins Mark. In den Hohlräumen des Stammes bilden sich Sklerotien, die sich nach Überwinterung im nächsten Jahre weiter entwickeln, indem sie neue Botrytisbüschel aussenden. Im Sklerotium-Stadium ist diese Form auch *Sklerotinia Kaufmanniana* Trichom genannt worden.

Der Botrytis-Pilz, der oft mit dem soeben beschriebenen Pilz der Sklerotinia-Fäule gesellschaftlich zusammenlebt und diesen

in seinem Zerstörungsstreben wirksam unterstützt, erscheint unter dafür günstigen äußeren Verhältnissen — überreicher Feuchtigkeit, begünstigender Wärme, ungenügender Luftwechslung und herabgesetzter Vitalität der angegriffenen Pflanze — an jungen Organen zahlreicher gebauter sowie wilder Pflanzenarten als ein reich verzweigtes und schnell wachsendes Mycel, das sich im Gewebe des befallenen Organs verbreitet und daraus die erforderliche Nahrung holt, um ein baumartig verzweigtes Luft-

Fig. 124. *Botrytis cinerea.* Konidien erzeugender Mycelzweig. (Nach A. B. Frank.)

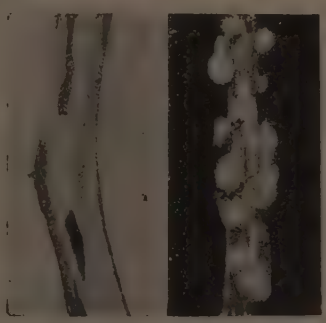



Fig. 125. Botrytis-Fäule auf Kartoffelstengel. a. Stengel mit Sklerotien. — b. Stengel mit Botrytisschimmel. (Nach G. H. Pethybridge.)

mycel mit traubenartig angeordneten Konidien zu erzeugen. Aus den oberflächlichen Botrytisbüscheln entwickeln sich Sklerotien, die nach Überwinterung mit Mycelfäden auskeimen.

An jungen Kartoffelstengeln kommen bisweilen im Sommer kleine, langgezogene, schwarze, schwach erhöhte, krustenartige Streifen zum Vorschein. Die Krusten bestehen aus einem dichten Netzwerk von Pilzfäden, die sich zu Sklerotien entwickeln. Wenn diese keimen, entstehen kleine Botrytisbüschel.

Da die Botrytis-Formen oft in Gemeinschaft mit den Sclerotinia-Formen vorkommen, war man lange der Meinung, daß Botrytis nur eine Konidiengeneration der apothecienbildenden Sclerotinia-Formen sei. Durch neuere Untersuchungen ist indessen nachgewiesen, daß das nicht der

Fall ist. Botrytis ist ein selbständiger Pilz, dessen Sclerotien nach Überwinterung nur Botrytisbüschel, aber keine Apothecien entwickeln.

*Schutzmaßregeln:* dieselben wie gegen die Sclerotinia-Fäule.

**Pseudopeziza Medicaginis** (Lib) Sacc. kommt auf *Medicago sativa, M. lupulina, M. falcata* usw., aber auch auf Arten der Gattungen *Melilotus, Onobrychis, Trigonella* und *Vicia* vor. Der Pilz bewirkt an der Oberseite der Blätter zahlreiche, runde, dunkle Flecken, an deren Mitte braunschwarze, wachsartige Scheiben (Apothecien) mit ausgebogenem, zerschlitztem Rand hervortreten. Die Scheibe ist von dicht gestellten, mit schmalen Saftfäden untermischten Sporenschläuchen bedeckt. Bei schweren Angriffen können alle Blätter vorzeitig verwelken und absterben. Ein Konidienstadium dieses Pilzes ist nicht bekannt. Der Pilz überwintert auf toten Blättern, deren Askosporen im nächsten Frühjahre ansteckungsfähig sind. Er kommt in Europa allgemein, bisweilen sehr zerstörend, vor und wird in Nordamerika als der schädlichste Blattpilz der Luzerne angesehen (Jones, 1919). — **P. Trifolii** (Bernh.) Fuck. ist mit dem soeben beschriebenen Luzerne-Pilz sehr nahe verwandt und sogar bis zur letzten Zeit als mit diesem identisch betrachtet worden. Auch der Klee-Pilz hat eine große Verbreitung, scheint aber im allgemeinen weniger zerstörend zu

Fig. 126. *Pseudopeziza Medicaginis.* a. Blatt mit Pilzflechten. — b. Zwei Fruchtkörper mit ausgebogenem Rand. — c. Fruchtkörper im Durchschnitt, mit zahlreichen, dicht gedrängten Sporenschläuchen. (Nach E. Prillieux.)

sein als der Luzerne-Pilz. — **Pyrenopeziza Medicaginis** Fuck. bildet an den Luzerne-Blättern, deren unteres Blattgewebe von reichlichem Pilzmycel durchwoben ist, lange, gelbe, den Nerven entlang laufende Flecken. Bald treten an den entfärbten Flekken offene Pusteln hervor, die aus ihrem Boden Konidien massenhaft erzeugen. In diesem Konidienstadium ist der Pilz seit langer Zeit unter dem Namen *Phyllosticta Medicaginis* (Fuck.) Sacc. bekannt. Unter günstigen Bedingungen entwickeln sich an der unteren Blattseite im Herbste zahlreiche, kleine, schwarze Körperchen, die sich nach dem Tode des Blattes zu Apothecien ausbilden. Die Krankheit tritt mehr oder weniger zerstörend in zahlreichen europäischen Ländern (Deutschland, Österreich, Frankreich, Italien usw.), vor allem aber in Nordamerika, auf (Jones, 1918).

In diesem Zusammenhange sei auch erwähnt **Mitrula sclerotiorum** Rostr., die bisweilen Kleearten, Hornklee u. a. verwandte Leguminosen befällt. Die Angriffe dieses Pilzes sind denjenigen des Kleekrebses ähnlich, und der Pilz entwickelt wie letzterer auch Sklerotien. Aus diesen wachsen nach einer bestimmten Ruhezeit je fünf bis sechs, zuweilen bis zu 30, anfangs weiße, zuletzt fleischfarbige Pilzkörper mit schwachem Stiel und keulenförmigen, geschwollenen Köpfchen hervor. Dieser Pilz kommt speziell auf Lotus-Arten in Dänemark vor (Rostrup, 1902).

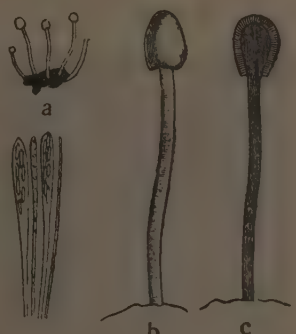



Fig. 127. *Mitrula sclerotiorum* auf Klee. a. Sklerotium mit fünf ausgewachsenen Fruchtkörpern. — b. Ein Fruchtkörper. — c. Ein solcher im Durchschnitt. — d. Sporenschläuche aus der Oberflächenschicht des Fruchtkörpers.
(Nach E. Rostrup.)

# 4. Fungi imperfecti.

Pilze, deren Entwicklungskreis noch nicht näher bekannt ist.

## I. *Sphaeropsidaceae.*

Die Konidien dieser Pilze sind in besonderen, kugelförmigen, für das bloße Auge als braune oder schwarze Pünktchen sichtbaren Pykniden eingeschlossen. Die Pykniden sind oben meistens mit einer feinen, runden Öffnung versehen, wodurch die Konidien gewöhnlich in zusammenhängender Masse in der Form einer langen, schleimigen Ranke nach außen gelangen.

### *Phyllosticta.*

Die Pykniden treten auf scharf begrenzten, oft von einem dunkelroten oder braunen Ring umgebenen Flecken an grünen Blättern hervor und erscheinen als im mittleren Teil des Fleckens dicht gestellte, braunschwarze Pünktchen. Die Konidien sind einzellig, eiförmig und farblos.

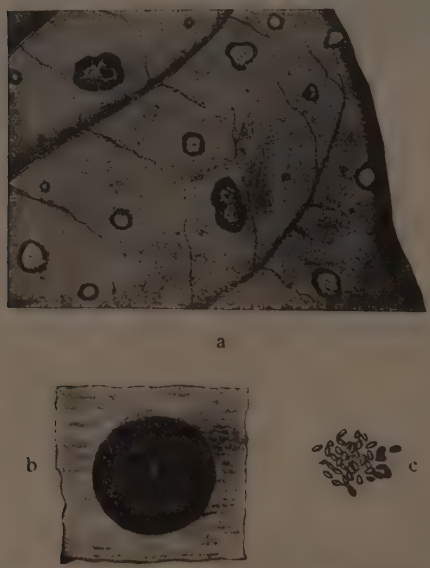



Fig. 128. *Phyllosticta Tabaci.* a. Stück eines Tabakblattes mit Pilzflecken. — b. Pyknide aus der Mitte eines Fleckens. — c. Konidien. (Nach O. Kirchner u. H. Holtshauser.)

Hierher gehören sehr viele Arten, die hauptsächlich durch ihr Vorkommen auf verschiedenen Arten von Wirtspflanzen untereinander getrennt sind. **Phyllosticta Tabaci** Pass. bildet an den Tabakblättern zahlreiche, helle, trockene Flecken, bisweilen in der Mitte dunkel punktiert, gewöhnlich von einem dunklen Ringe umgeben. Unter den übrigen hierher gehörigen Formen

seien noch einige erwähnt: **Ph. Trifolii** Rich. auf Kleearten, **Ph. Anthyllidis** Baud. auf Wundklee, **Ph. Fabae** West. auf Pferdebohne, **Ph. phaseolina** Sacc. auf anderen Bohnen, **Ph. Polygonorum** Sacc. auf Buchweizen, **Ph. Humuli** Sacc u. Speg. auf Hopfen und **Ph. Cannabis** Speg. auf Hanf.

*Phoma.*

Die Pykniden erscheinen an Stengeln und Wurzeln, nicht an Blättern. Die erkrankten Flecken sind nicht scharf begrenzt. Konidien meistens einzellig.

## Fallsucht des Kohls.

*Phoma oleracea* Sacc.

Ritzema-Bos, J., „Krebsstrünke" und „Fallsucht" bei den Kohlpflanzen, verursacht von Phoma oleracea Sacc. Zeitschr. f. Pfl.-Kr., 1906, S. 257—276.

Qvanjer, H. M., Neue Kohlkrankheiten in Nordholland. Ib., 1907, S. 261—267.

Diese Krankheit tritt zu verschiedenen Jahreszeiten unter etwas verschiedenen Formen auf.

Eine Form zeigt sich an der wachsenden Kohlpflanze und gibt sich dadurch kund, daß die Hauptwurzel gleich unterhalb der Erdoberfläche abstirbt. Alle weichen Wurzelteile werden aufgelöst, nur die festeren Gefäßbündel bleiben zurück. Von dem unmittelbar über der toten Partie befindlichen Stengelteil wachsen gern zahlreiche Beiwurzeln aus. Wenn diese schon frühzeitig eine kräftigere Entwicklung erreichen, kann die Kohlpflanze sich wenigstens auf einige Zeit notdürftig am Leben halten. Wenn nicht, stirbt sie bald ab und fällt um. Man kann die Krankheit auch an ganz jungen, mit nur drei bis vier Blättern versehenen Pflanzen finden. Derartige Pflanzen fallen gewöhnlich durch steiler aufgerichtete Blätter auf. Die Krankheit befällt am schwersten Rotkohl und Blumenkohl, auch bisweilen andere Arten, doch fast niemals Wirsing oder Savoyer Kohl. Diejenigen Pflanzen, die durch die Krankheit in der jetzt beschriebenen Form heimgesucht werden, können sich auf die Dauer nur schwer aufrecht halten. Früher oder später fallen sie gewöhnlich um. Daher der Name „Fallsucht".

Eine andere Form der Krankheit tritt erst im Winter am gelagerten Kohl sicher erkennbar hervor. Man findet im Innern des Kohlstrunkes kleine, anfangs weiße, später hellbraungraue, zuletzt braunschwarze Flecken. Diese „Krebsstellen" erweitern sich immer mehr. In der Regel pflanzt sich die Krankheit auch sehr schnell durch die Blattstiele in die äußeren,

Fig. 129. Fallsucht des Kohls. a. Junge Kohlpflanze in jungem Krankheitsstadium. — b. Ältere Pflanze mit Narben abgefallener Blätter und zahlreichen neu herausgewachsenen Beiwurzeln. (Nach J. Ritzema-Bos.)

darauf auch in die inneren Blätter fort. Feuchtwarme Luft fördert die Verbreitung. Vom Januar ab beginnt diese Krankheitsform einen schnellen Lauf zu nehmen. Die Blätter sterben von unten herauf ab und fallen vom Stamme. An der Oberfläche der kranken Teile findet man oft ein flockiges Mycel und gewöhnlich auch eine große Anzahl kleiner, zuerst roter, später braunschwarzer Punkte. Diese letzteren sind die Pykniden der die Krankheit bewirkenden Pilzart *Phoma oleracea*. Im Innern der

erkrankten Pflanzenteile ist das Zellgewebe vom Mycel des Pilzes durchzogen.

Durch umfassende Untersuchungen ist festgestellt worden, daß die beiden jetzt beschriebenen Krankheitsformen nur verschiedene Entwicklungsstadien ein und derselben Krankheit sind.

Neben dem Pilze ist indessen ein Insekt, die Kohlfliege *(Anthomyia Brassicae)*, tätig, ja es scheint, als sei dieses Insekt in gewöhnlichen Fällen, — wenn es sich um die an den wach-

Fig. 130. *Phoma oleracea* auf gelagertem Kohl. a. Kohlkopf mit verbreitetem „Krebs". — b. Zellen aus krankem Gewebe mit Mycelfäden. — c. Pykniden mit Konidien. (Nach J. Ritzema-Bos.)

senden Pflanzen auftretende Krankheitsform handelt — ein Vorgänger, der durch seine Angriffe auf die Pflanze es dem Pilze ermöglicht, in jene einzudringen und sein Zerstörungswerk auszuführen.

Eine Übertragung der Krankheit durch das Saatgut hat man nicht feststellen können. Dagegen hat man gefunden, daß Samen aus verschiedenen Kulturen Pflanzen mit verschiedener Widerstandsfähigkeit gegen die Krankheit geliefert haben. Die Krankheit hat seit einer Reihe von Jahren in gewissen Gebieten Hollands (im Langendijker-Gebiet), wo der Kohl in sehr großem Maßstab gebaut wird, arge Verwüstungen angestellt. Sie ist

übrigens auch in Deutschland und Italien wahrgenommen worden.

*Schutzmaßregeln:* 1. Zur Bekämpfung der Kohlfliege säubere man die Pflänzchen der Kleinbeete, bevor sie auf die Felder ausgepflanzt werden, durch Abspülen der anhaftenden Erde und durch vorsichtiges Reiben des Stengelgrundes und der Blattachseln, um möglicherweise anhaftende Eier der Kohlfliege zu zerstören. — 2. Man wähle kräftige und schnellwüchsige Kulturrassen, die sich als die widerstandsfähigsten gezeigt haben.

**Phoma Napobrassicae** Rostr. tritt an der Kohlrübe *(Brassica Napus rapifera)* auf. Diese Krankheit, die Ende Juli oder anfangs August sich zu zeigen beginnt, ruft an größeren oder kleineren Teilen der Wurzel trockene Fäulnis hervor. Der Angriff fängt außen an, entweder in der Nähe des Wurzelhalses oder auch bisweilen an der Seite oder gegen die Spitze der Wurzel, und schreitet von dort allmählich nach innen. Das befallene Zellgewebe wird zuerst hellbraun, nachher braunschwarz, und die Zellen schrumpfen ein. Es entstehen tiefe Risse, die in größere oder kleinere Höhlungen im Inneren der Wurzel hineinführen können. Die kranken Flecken sind von einem Mycel durchwoben, das kleine, schwarze Pykniden erzeugt. Schwer befallene Wurzeln werden schon im Boden trockenfaul. An schwach angegriffenen Wurzeln, die gelagert werden, kann die Krankheit sich weiter ausbreiten. Sie befällt vorwiegend gewisse Kulturrassen. Man vermutet, daß der Ansteckungsstoff durch das Saatgut verbreitet werden kann. Diese Krankheit wurde zum erstenmal 1892 in Dänemark beobachtet und beschrieben. In Norwegen wurde sie 1911 wahrgenommen. Im übrigen ist sie in vereinzelten Fällen in England und Irland, sowie in Neuseeland, aufgetreten (Rostrup, 1894; Hagen, 1912).

### *Septoria.*

Die Pykniden enthalten lange, schmale Konidien, die oft mit einer Reihe von Tropfen oder mit Scheidewänden versehen sind.

Auch diese Gattung ist sehr reich an Formen. **Septoria Tritici** Desm. erzeugt an Blättern von Weizen, Roggen und

*Poa pratensis* bleiche Flecken mit kleinen, reihenweise geordneten, schwarzen Punkten. Der Pilz kann mitunter an jungen Weizenkeimpflanzen im zeitigen Frühjahr schweren Schaden anrichten (Eriksson, 1890; Weber, 1922).

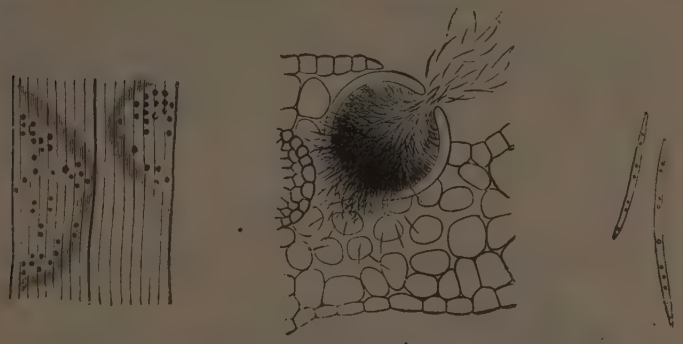



Fig. 131. *Septoria Tritici* auf Weizenpflanzen. a. Blattstück mit kranken Flecken. — b. Durchschnitt eines Fleckens, mit Pyknide. — c. Konidien. (Orig.)

**S. Secalis** Pril. u. Del. bildet an Roggenblättern kleine zirkelrunde Punkte oder größere, ausgebreitete Flecken, an welchen Pykniden hervortreten. Diese Form ist in Frankreich und Nordamerika wahrgenommen worden. — Übrige Gramineen bewohnende Formen sind: **S. Passerini** Sacc. auf Gerste, **S. Agropyri** Ell. u. Ev. auf Quecke und **S. Bromi** Sacc. auf *Bromus inermis* u. a. Arten.

Ähnliche Blattflecken erzeugten **Septoria Pastinacae** West auf Pastinak, **S. Medicaginis** Rob. u. Desm. auf Luzerne, **S. leguminum** Desm. auf Erbse und Bohne, **S. silvestris** Pass. auf Platterbse, **S. Anthyllidis** Sacc. auf Wundklee, **S. Spergulae** West. auf Spargel, **S. cannabinae** (Lasch) Sacc. auf Hanf und **S. Humuli** West. auf Hopfen.

### *Ascochyta.*

Die Pykniden treten an Stengeln, Blättern und Früchten hervor. Konidien zweifächerig, farblos.

Zu dieser Gattung gehört eine große Zahl von Arten, die wesentlich durch ihr Vorkommen auf verschiedenen Arten von

Wirtspflanzen voneinander abweichen. Sie erzeugen an den befallenen Organen gelbbraune, runde Flecken mit braunschwarzen Pykniden-Pünktchen in der Mitte. Hierher gehören u. a. folgende Arten: **Ascochyta graminicola** Sacc. auf Getreide- und Grasarten, **A. zeina** Sacc. auf Mais, **A. sorghina** Sacc. auf Mohrenhirse, **A. Phaseolorum** Sacc. u. Speg. und **A. Boltshausei** Sacc. auf Bohne, **A. Fagopyri** Thum. auf Buchweizen, **A. Humuli** Sacc. u. Speg. auf Hopfen und **A. Nicotianae** Ell. u. Ev. auf Tabak.

## II. *Melanconiaceae.*

Konidienlage flach, keine besondere Randhülle tragend.

### Stengelbrenner des Klees.

*Gloeosporium caulivorum* Kirchn.

Mehner, B., Der Stengelbrenner (Anthracnose) des Klees. Zeitschr. f. Pfl.-Kr., 1901, S. 193—196.

Kirchner, O., Bemerkungen über den Stengelbrenner des Rotklees. Ib., 1902, S. 10—14.

Linhart, G., Die Ausbreitung des Stengelbrenners am Rotklee. Ib., S. 281—282.

Malkoff, K., Der Stengelbrenner des Rotklees. Ib., S. 282—283.

a b

Fig. 132. Stengelbrenner des Klees. a. Rotkleepflanze mit langgezogenen, dunklen, kranken Flecken auf dem Stengel. — b. Stroma mit Konidien im Durchschnitt. (Nach O. Kirchner.)

Diese Krankheit — auch „Klee-Anthraknose“ genannt — ist zuerst in Amerika, später vielerorts in Europa, wie in Böhmen, Württemberg, Sachsen, Brandenburg usw., beobachtet worden. Sie befällt Rotklee, bisweilen auch Schwedenklee. Es entstehen an Stengeln und Blattstielen langgezogene, in der Mitte tief eingesenkte hellbraune Flecken mit breitem, schwarzem Saum. Die oberhalb der erkrankten Stellen befindlichen Blätter werden oft welk. An dem eingesenkten Teil entwickeln sich die Konidienlager. Die Krankheit hat zuweilen 25—50 % der Ernte vernichtet. Sie greift am schwersten amerikanischen Klee an.

Eine nahe verwandte Art **G. Trifolii** Peck. befällt nur die Blätter. Andere zur selben Gattung gehörende Arten sind: **G. graminum** Rostr. mit zahlreichen, kleinen, braunen Konidienlagern an Blättern von Raygras, und **G. Dactylidis** Rostr. auf Knaulgras, an dessen oberen Rispenzweigen braune Warzen entstehen. Beide Arten sind in Dänemark beobachtet worden.

**Marssonina Secalis** (Oud.) Magn. bildet an den Blättern von Roggen und Gerste sowie an mehreren wildwachsenden Grasarten längliche, grauweiße, braungesäumte Flecken, die an der Unterseite kleine Konidienlager erzeugen. Konidien quergeteilt.

**Cryptosporium leptostromiforme** Kühn. bewirkt an den Stengeln der gelben und der blauen Lupine anfangs helle, später braunwerdende Flecken, an denen längliche, schwarze Konidienlager hervorbrechen. Schwer befallene Pflanzen sterben vorzeitig, oft vor der Blütezeit, ab. Der Pilz kann an Lupinenstengeln im Boden fortleben. Man sollte deshalb vermeiden, auf den kranken Boden in den nächsten zwei bis drei Jahren Lupinen zu bauen.

**Chromosporium Maydis** (Ces.) Sacc. ruft an der Oberfläche von Maiskörnern grüne Flecken oder Ringe hervor. Sie kommt in Frankreich und Italien vor.

## III. *Hyphomycetes.*

Konidienträger bilden sich einzeln aus, ohne umgebende Hülle.

### *Ramularia.*

Die Konidienträger treten in niedrigen, weißen Polsterchen aus Spaltöffnungen an der Unterseite kleiner, runder, oberseits bleicher Blattflecken heraus. Konidien zylinderförmig, mit 1—3 Querscheidewänden.

Wollenweber, H. W., Ramularia (Unger) Fries. Phytopath. 1913, S. 207—211.

### Graufleckigkeit der Runkelrübe.

*Ramularia Betae* Rostr.

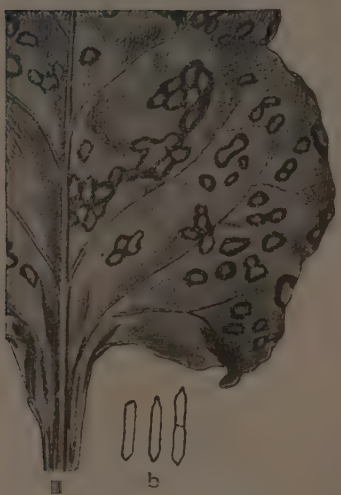



Fig. 133. Graufleckigkeit der Runkelrübe. a. Blattstück mit Pilzflecken. — b. Konidien. (Nach E. Rostrup.)

Dieser Pilz bildet an den Rübenblättern kreisrunde, weißgraue, an beiden Seiten sichtbare, von einem braunen Samen umgebene und in der Mitte von Pilzfäden und Konidien weiß gefärbte Flecken. Er ist bisweilen in Dämemark so bösartig aufgetreten, daß fast jedes Blatt auf dem Felde mehr oder weniger schwer angegriffen gewesen ist. (Rostrup, 1902).

Ähnliche Blattflecken bewirken **R. sphaeroidea** Sacc. auf Wicke, **R. Onobrychidis** Allesch. auf Esparsette und **R. Schultzeri** Bäuml. auf Hornklee. — Die nahe verwandte **Ovularia deusta** Sacc. bildet an Blättern der Platterbse kleine blasse Flecken, die Büschel von Pilzfäden tragen.

*Cercospora.*

Pilzfäden und Konidien blaßbraun. Diese gegen die Spitze verjüngt, gewöhnlich langgestreckt oder nadelförmig, mit mehreren Scheidewänden.

## Blattschwärze der Runkelrübe.

*Cercospora beticola* Sacc.

von Thümen, F., Die Blattfleckenkrankheit der Zuckerrüben. In „Die Bekämpfung der Pflanzenkrankheiten unserer Kulturgewächse". Wien, 1886, S. 50—54.

Pammel, L. H., Fungus Diseases of the Sugar Beet. Iowa Agr. Exp. Stat., Bull. 15, 1891, S. 5—9.

Pool, V. W. u. Mc. Kay, M. B., Climatic conditions as related to Cercospora beticola. Journ. Agr. Res., Vol. 6, 1916, S. 21—60.

Fig. 134. Blattschwärze der Runkelrübe. a. Kranker Blatteil. — b. Der zugespitzte Kopf einer kranken Rübe. — c. Mycelbüschel, Konidien abschnürend. (a. Nach O. Kirchner u. H. Holtshauser; b. und c. nach B. M. Duggar.)

Die Krankheit beginnt als kleine, braune, rot gesäumte, über die Blattspreite unregelmäßig verstreute Flecken. Die braune Farbe der Flecken geht bald ins Graue und nachher ins Schwarze über. Die Flecken vertrocknen, und gleichzeitig entstehen Risse und Löcher in der Spreite. Schließlich wird das ganze Blatt dürr

und gekräuselt und fällt ab. Zuerst erkranken die äußeren, dann die inneren Blätter der Rosette. Inzwischen sucht die Pflanze den Verlust der verwelkten älteren Blätter durch Ausbildung neuer Blätter im Inneren der Rosette zu ersetzen. Dabei wird oft der Rübenkopf nach oben verlängert und zugespitzt, während der untere Teil der Rübe nur wenig weiter wächst. Die Krankheit kann auch in Blütenständen, an Blütenblättern und an Samenknäueln auftreten.

Untersucht man die Flecken, wenn sie graue Farbe angenommen haben, so findet man Büschel von Pilzfäden, die der *Cercospora beticola* gehören. Von den Fadenspitzen werden lange, schmale, vielgliedrige Konidien abgeschnürt. Diese keimen leicht und können die Seuche verbreiten. Im Freien sterben die Konidien binnen 4 Monaten ab, bei Trockenhaltung dauert ihr Leben etwa 8 Monate. Das Mycel entwickelt auch Sklerotien, die teilweise im Blattgewebe eingebettet sind. Mit diesen hält es sich den Winter über bis zur nächsten Vegetationszeit lebensfähig.

Die Krankheit befällt Zucker-, Futter- und Rote Rüben. Seit dem Jahre 1886 ist sie aus Österreich bekannt. Sie ist gegenwärtig in zahlreichen europäischen Ländern, sowie auch in Nordamerika verbreitet. In der Umgebung von Paris, in den Departements Oise und Somme, trat die Krankheit im Jahre 1915 mit ungewöhnlicher Heftigkeit an Zuckerrüben auf, so daß der Ertrag nicht mehr als 20 000 kg auf 1 ha betrug.

*Schutzmaßregeln:* 1. Rechtzeitige Bespritzung der kranken Flecken der Rübenfelder mit einprozentiger Bordeauxlösung. — 2. Das Saatgut darf kranken Pflanzen nicht entnommen werden.

Ähnliche Blattflecken werden von **Cercospora Apii** Fres. auf Sellerie, Pastinak und verwandten Pflanzen hervorgerufen (Halsted, 1896; Prillieux, 1897; Duggar, 1897), desgleichen auch von **C. medicaginis** E. u. E. auf *Medicago maculata* (Hopkins, 1921). — **Dendryphium penicellatum** Fres. bewirkt auf Blättern und Stengeln des Mohns dunkelbraune bis schwarze dürre Flecken mit schwarzen Fadenbüscheln. Die Fäden sind verzweigt und bilden längliche, drei- bis vierzellige, bisweilen in der Mitte eingeschnürte Konidien.

## Gelbfleckigkeit des Kartoffelkrautes.

*Cercospora concors* (Casp.) Sacc.

Lagerheim, G. u. Wagner G., Bladfläcksjuka ä potatis. K. Landtbr. Ak. Handl. u. Tidskr., 1903, S. 6—13.
Schander, R. u. Krause, F., Gelbfleckigkeit des Kartoffelkrautes. Ber. Pfl.-Sch., Kais. Wilh. Inst., Bromberg, 1913/14, 1916, S. 107—109.
von Keißler, K., Auftreten der Cercospora-Krankheit der Kartoffel in Nieder-Österreich. Zeitschr. f. Pfl.-Kr., 1917, S. 111—114.

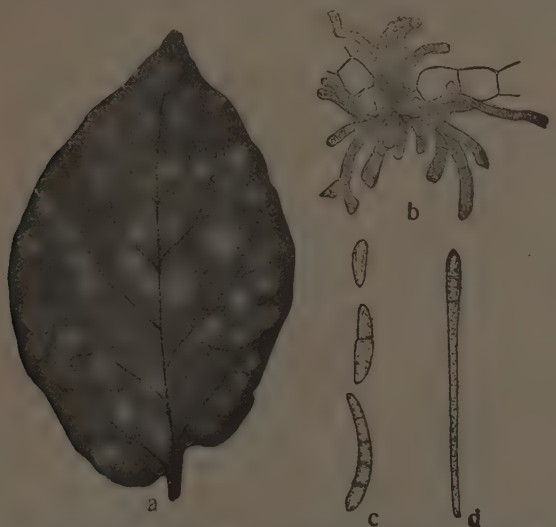



Fig. 135. Gelbfleckigkeit des Kartoffelkrautes. a. Krankes Blatt, von oben gesehen. — b. Querschnitt durch einen Pilzfadenbüschel, aus der Unterseite des Blattes. — c. Kurze und d. lange Konidien. (Nach P. Lagerheim u. P. Wagner.)

Dieser Pilz erzeugt an den Kartoffelblättern im Hochsommer von Mitte Juli an größere und kleinere unregelmäßige Flecken. Diese sind anfangs oben gelb und erscheinen dort nicht scharf begrenzt. An der Unterseite sind sie mit einem feinen, grauvioletten Filz von Konidien abschnürenden Pilzfäden bekleidet. Das Blatt vergilbt immer mehr, gleichzeitig damit geht die Farbe der Flecken ins braunschwarze über. Die Konidien sind an der Blattunterseite zahlreich, kurz und stumpf, an der Oberseite spärlicher, länger, an einem Ende schmal ausgezogen. Da die Krankheit früh im Sommer beginnt, kann sie die Ernte bedeutend

herabsetzen. Sie ist von Zeit zu Zeit seit dem Jahre 1854 in mehreren Gegenden auf dem Kontinente, wie Deutschland, Österreich und Frankreich, einigemale auch in Schweden, Dänemark und Finnland angetroffen worden.

*Schutzmaßregeln:* 1. Man entferne das Kraut von dem kranken Kartoffelfeld und vernichte es. — 2. Auf Boden, der kranke Kartoffeln hervorgebracht, baue man in den nächsten zwei bis drei Jahren keine Kartoffeln.

## Dürrfleckigkeit des Kartoffelkrautes.

*Sporidesmium Solani varians* Vanh.

Vanha, J. J., Blattbräune der Kartoffeln (Dürrfleckigkeit). Naturw. Zeitschr. Land- u. Forstw., Jahrg. 2, 1904, 17 S.
Janchen, E., Die Dürrfleckenkrankheit der Kartoffeln. Öster. Zeitschr. f. Kart.-Bau, Folge 1, Nr. 6, 1921, S. 1—3.

Im Sommer findet man bisweilen am Kraut der Kartoffelpflanzen, und zwar gewöhnlich zuerst am Endblättchen, später auch an den Seitenblättchen, mehr oder weniger zahlreiche, scharf begrenzte, schwarzbraune, eintrocknende, nicht selten konzentrisch gestaltete Flecken. In schweren Fällen werden die Blätter schließlich ganz trocken und schwarz, und die Pflanzen sterben vorzeitig ab. An gewissen Orten hat die Krankheit sich so bösartig gezeigt, daß keine Kartoffelpflanze, ja mitunter kein Blatt der Pflanze, verschont geblieben ist.

An den älteren Blattflecken treten kleine Büschel brauner Pilzfäden als Auszweigungen eines in den Blättern und Haarbildungen lebenden Mycels hervor. Die Sporen sind dunkelgefärbt, zum Teil sehr klein, einzellig, zum Teil verhältnismäßig groß, mehrzellig, von sehr charakteristischer, schmal-birnförmiger Gestalt. Mitunter entstehen später im Herbst auch Pykniden, die im Blattgewebe eingesenkt sind und im Inneren einzellige, farblose, in Form und Größe wechselnde Pyknokonidien enthalten. Ihre Form kann elliptisch, walzenförmig, eiförmig, birnförmig, gerade oder schwach gebogen sein. Die Pykniden vermitteln die Überwinterung des Pilzes.

Die Krankheit befällt meistens frühe Speisekartoffeln mit dünnen Blättern, weniger die späten dickblättrigen Kartoffelsorten.

Die Krankheit ist erst seit den letzten Dezennien des vorigen Jahrhunderts bekannt; früher hat man sie offenbar mit der Krautfäule *(Phytophthora infestans)* verwechselt. Besonders gefürchtet ist die Krankheit in Nordamerika, wo sie „the Early Blight" *(Macrosporium Solani* Ell. u. Mart.) genannt wird. Aber auch in Österreich, Ungarn, Tschechoslowakei, Deutschland und anderen europäischen Ländern ist sie häufig und nicht bedeutungslos. In Deutschland ist der Pilz auch als *Alternaria Solani* Sor. bezeichnet worden.

Fig. 136. Dürrfleckigkeit des Kartoffelkrautes. a. Krankes Kartoffelblatt. — b. Pilzfaden, mehrzellige Sporen abschnürend. — c. Pilzfaden, einzellige Sporen abschnürend. — d. Pykniden, im Blattgewebe eingesenkt. (Nach J. J. Vanha.)

*Schutzmaßregeln,* 1. Einsammeln und Vernichten des kranken Kartoffelkrautes. — 2. Bespritzung mit 1 % iger Bordeaux-Brühe, sobald die dürren Flecken im Juli oder August sich zu zeigen beginnen, und wenn nötig, wiederholte Bespritzung nach 2—3 Wochen. — 3. Man verwende zur Saat keine in kranken Feldern geernteten Knollen.

In diesem Zusammenhange seien auch folgende Pilzformen erwähnt: **Macrosporium sarcinaeforme** Cav., eine Pilzart, die auf *Trifolium pratense* und manchen wildwachsenden Kleearten dunkelbraune Blattflecke hervorruft, die sich mehr und mehr ausbreiten, bis das ganze befallene Blatt vertrocknet. Die Krankheit ist in Italien und Deutschland wahrgenommen worden (Malhoff, 1902). — **Alternaria tenuis** Nees., „Schwamm der Tabaksetzlinge", befällt junge Tabaksämlinge. Diese werden schlaff, schmutzig dunkelgrün und zuletzt mit schwarzen, samtartigen Pilzfäden vollständig umsponnen. Ausgewachsene, gesunde Pflanzen haben sich gegen die Krankheit immun gezeigt. Abnorm hohe Luft- und Bodenfeuchtigkeit fördern die Zerstörung der Keimlinge (Behrens, 1892).

## Gürtelschorf der Runkelrüben.

*Oospora cretacea* Krüg. u. a.

Krüger, F., Der Gürtelschorf. Arb. Biol. Abt., Land- u. Forstw., Bd. 1, 1900, S. 267—270.

Krüger, F., Untersuchungen über den Gürtelschorf der Zuckerrüben. Ib., Bd. 4, 1905, S. 254—317.

Diese Krankheit macht sich erst gegen die Erntezeit der Runkelrüben bemerkbar. Kleinere oder größere Teile der Rübenoberfläche sind dann dunkelfarbig und mit einer von zahlreichen Rissen durchkreuzten Rinde bedeckt. Oft findet man an der Rübe auch eine Einschnürung, gewöhnlich in der Mitte — daher der Name „Gürtelschorf" — oder unregelmäßige Vertiefungen von vielerlei Gestalt. Die Krankheit wird von verschiedenen Arten der Gattung *Oospora* Wallr., nämlich *O. cretacea* Krüg., *O. rosella* Krüg., *O. intermedia* Krüg., *O. tenax* Krüg., *O. nigrificans* Krüg. und *O. violacea* Gasp., verursacht. Oft sind gewisse Würmer (Euchytraeideae), die durch ihren Fraß die Entstehung von Hohlräumen in der Wurzel bewirken, dabei behilflich. Die Pilzarten sind nämlich allein nicht imstande, die unversehrte Wurzeloberfläche zu befallen; sie greifen nur verletzte Stellen an. Die Krankheit tritt am heftigsten nach Wintern mit geringen Niederschlägen und geringer Kälte auf. Sie scheint durch sehr nasses und kaltes Frühjahr und sehr trocknen und heißen Som-

mer begünstigt zu werden. Auch durch Düngung mit Chilisalpeter wird sie gefördert. Verwendung von schwefelsaurem Ammoniak und Kainit ist dagegen zu empfehlen.

Die Krankheit ist an mehreren Orten in Deutschland seit der Mitte der 90er Jahre aufgetreten. Besonders bösartig war sie in der Gegend zwischen Aschersleben und Hildesheim in den Jahrgängen 1899 und 1908.

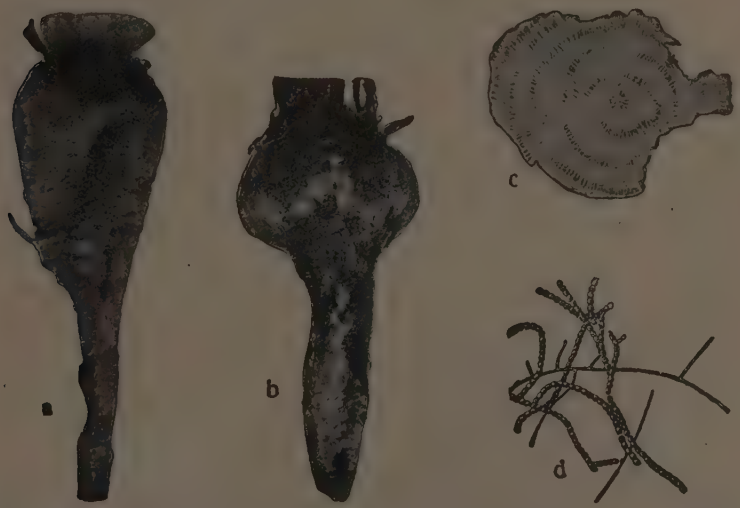



Fig. 137. Gürtelschorf der Runkelrübe. a. Junges und b. älteres Krankheitsstadium. — c. Durchschnitt einer kranken Rübe. — d. Vegetative Hyphen und Sporenketten des Pilzes. (Nach F. Krüger.)

*Schutzmaßregeln:* 1. Man sorge dafür, daß gesunde Äcker durch kranke Erde nicht angesteckt werden. — 2. Man trockne feuchte Böden durch Drainage aus. — 3. Man gebe dem Boden Kalkdüngung.

In Nordamerika kommt ein ähnlicher Schorf, „Beet Scab" genannt, vor. *Oospora Scabies* Thaxt. wird als dessen Erreger betrachtet. Die Krankheit erscheint zuerst in Form kleinerer, weit getrennter oder fleckenweise angehäufter Unebenheiten der Rübenoberfläche. Die Flecken erweitern sich und fließen zum Teil zu größeren oder kleineren mit Warzen bekleideten, knotigen Auswüchsen zusammen. Man hält die Krankheit für identisch mit einer Kartoffelschorfart, die durch einen Pilz gleichen Namens hervorgerufen wird (Sturgis, 1896).

## Ringelschorf der Kartoffel.

### *Actinomyces aeruginosus* Wr. u. a.

Thaxter, R., The Potato Scab. Conn. Agr. Exp. St. (1889), 1890, S. 81—95. — Ib. (1890), 1891, S. 153—160.
Frank, A. B. u. Krüger, F., Untersuchungen über den Schorf der Kartoffeln. Zeitschr. Spir.-Ind., Erg.-H. 1, 1896, S. 1—9.
Güssow, H. T., The systematic position of the organism of the common potato scab. Science, V. 39, 1914, S. 431—433.
Wollenweber, H. W., Der Kartoffelschorf. I, Der Strahlenpilz (Actinomyces-) oder gewöhnliche Schorf. Arb. Forsch. Inst. Kart.-Bau, H. 2, 1920, S. 9—31.
Lieske, R., Morphologie und Biologie der Strahlenpilze (Actinomyceten). 1921, S. 1—292.

Diese Krankheit, auch „Gewöhnlicher Schorf", „Strahlenpilz" und „Aktinomykose" der Kartoffel genannt, ist der meist verbreitete Kartoffelschorf in Deutschland. Sie ergreift wachsende Kartoffeln, nicht die Lagerknollen. Sie äußert sich in flachen oder vertieften, selten erhabenen, runden oder ovalen Flecken oder Warzen, die meistenteils von Bruchteilen der Schale bedeckt und in mehreren ringförmigen Krusten angeordnet sind. Zackige Ausstrahlungen beeinflussen indessen die Ringform so stark, daß der äußere Umriß der Warze oft sternförmig erscheint. Die Warzen sind häufig von einem grauweißen Pilzflaum bedeckt, der aus reichverzweigten Fäden und aus eingerollten oder geraden Ketten kugeliger oder ovaler Konidien besteht. Der Flaum nimmt Wasser nicht an und schrumpft in trockener Luft zu unscheinbarem Staub zusammen. In feuchter Luft sproßt er stärker und nimmt mattleuchtende Farbtöne (spangrün, gelblich-weiß, blaugrau usw.) an. Diese Schorfart unterscheidet sich von allen anderen Schorfarten der Kartoffelpflanze vor allem durch den eigenartigen, widrigen Erdgeruch, den die mit ihm behafteten Kartoffeln bei der Ernte ausströmen. Dieser Schorf ruft keine Fäulnis hervor. Er ist nur eine oberflächliche Hauterkrankung, die den Verkaufswert der Kartoffeln nur wenig herabsetzt.

Als Krankheitserreger bezeichnet man mehrere Species der sehr artreichen Gattung. *Actinomyces*, von der gewisse Arten auch Flecken und Warzen auf menschlichen und tierischen Hautgeweben hervorrufen. Man zählt mehrere schorferregende Strahlenpilze, von denen jeder einen eigenen Schorfentypus hervorruft: 1. *Actinomyces aerngineus* Wr. („Buckelschorf"),

2. *A. tricolor* Wr. und *A. intermedius* (Krüg.) Wr. („Flachschorf"), 3. *A. incanescens* Wr. („Tiefschorf"), und 4. *A. xanthostroma* Wr. und *A. albus* var. *ochroleucus* (Renk) Wr. („variabler Schorf").

Schorferregende Strahlenpilze sind säureempfindlich. Saure Reaktion des Bodens wirkt daher schorfhemmend, alkalische dagegen schorfbegünstigend. Die Zufuhr saurer Dungstoffe (schwefelsaurer Ammoniak u. a.) empfehlen sich also, da sie der Alkalisierung des Bodens entgegenwirken.

Die in Nordamerika auftretende Form dieser Krankheit wird ganz einfach „Potato Scab" genannt und der Pilzspecies *Actinomyces scabies* (Thaxt.) Güss. zugeschrieben.

In Nordamerika hat man neuerdings eine bisweilen sehr verheerende Maiskrankheit, „Black-Bundle Disease" genannt, einer mit dem soeben beschriebenen Pilze verwandten Species, *Cephalosporium acrenomium* Corda, zuschreiben wollen (Reddy u. Holbert, 1924).

**Spondylocladium atrovirens** Harz., „Silber-Schorf" („Silver-Scurf", „Gale Argentée") erscheint an der Oberfläche der Kartoffelknolle, im ersten Stadium in Form verfärbter Flecken, entweder weißlich schimmernd oder etwas dunkel gefärbt. Oft sind an der Ansatzstelle der Knolle, die Flecken mit zahlreichen, sehr kleinen schwarzen Pünktchen versehen, die Konidiophoren und Konidien entwickeln. Die Konidiophoren tragen mehrere übereinander stehende Wirtel von Konidien. Die Konidien sind grauschwarz, umgekehrt keulig und meistenteils mit 6–8 Scheidewänden versehen. Im späteren Stadium werden schwarze Sklerotien gebildet, die früher als *Phellomyces sclerotiophorus* Fr. beschrieben worden sind. Die kranken Flecken schrumpfen und platzen auf. Bei den rotschaligen Kartoffeln wird oft die rote Farbe vollständig zerstört. Das Mycel verbreitet sich auch in

Fig. 138. *Spondylocladium atrovirens*. a. Kranke Kartoffelknolle. — b. Schalenzelle mit Sklerotium und aus diesem herausgewachsenen, konidienbildenden Pilzfäden. (Nach O. Appel u. R. Laubert.)

den nächstliegenden, subepidermalen Zellagern. Bei günstigen Feuchtigkeits- und Wärmeverhältnissen kann sich die Krankheit auch in Lagerkellern verbreiten, bisweilen so stark, daß die Kartoffeln wie mit Ruß bestreut aussehen. Von einem Platze zum anderen und von einem Jahre zum anderen wird der Pilz durch infizierte Knollen übertragen. Diese Krankheit wurde zuerst im Jahre 1871 in Österreich entdeckt. Jetzt ist dieselbe in den meisten europäischen Ländern bekannt, wie auch in Nordamerika, wo sie am verheerendsten auftritt; speziell in den östlichen Staaten (Appel u. Laubert, 1907; Melhus, 1913; Schultz, 1916; Crépin, 1923).

## IV. *Fusariosen.*

Stroma von Anfang an frei an der Oberfläche der Wirtspflanze sitzend, gewöhnlich von wachsartiger oder etwas gallertiger Beschaffenheit. Konidien spindelförmig, schwach gebogen, meist mit einer größeren oder geringeren Anzahl Scheidewände versehen. Der gallertige oder wollige Pilzüberzug anfangs farblos, später gelb, orangefarbig oder ziegelrot.

Appel, O. u. Wollenweber, H. W., Grundlagen einer Monographie der Gattung Fusarium (Link). Arb. Kais. Biol. Anst., Land- u. Forstw., Bd. 8, 1913, S. 1—207.

Wollenweber, H. W., Studies on the Fusarium Problem. Phytop., 1913, S. 24—50.

Wollenweber, H. W., Die Gattung Fusarium. Handb. Pfl.-Krankh. von P. Sorauer. Aufl. 4, Bd. 3, von G. Lindau, 1923, S. 164—185.

### Fusariosen der Getreide- und Grasarten.

*Fusarium avenaceum* (Fr.) Sacc. u. a.

Atanasoff, D., Fusarium-Blight (Scab) of Wheat and other Cereals. Journ. Agric. Res., Vol. 20, 1920, S. 1—32.

Außer den schon oben besprochenen drei gramineenbewohnenden Fusarium-Arten: 1. *Fusarium nivale*, unter dem Namen *Calonectria graminicola* (Schneeschimmel) beschrieben, 2. *F. rubiginosum*, mit jenem zusammen oder auch allein für sich Schneeschimmel erzeugend, und 3. *F. rostratum*, unter dem Namen *Gibberella saubinetii* beschrieben, gibt es noch zahlreiche,

mindestens 20, andere Fusarium-Arten, die auf Getreide- und Grasarten, an Wurzeln, Stengeln, Ähren und Körnern, parasitisch auftreten. Von diesen sind einige hier zu erwähnen.

*Fusarium avenaceum* (Fr.) Sacc. bildet bei feuchter Witterung im Herbste in Ähren und Rispen verschiedener Getreide- und Grasarten, sowohl an Spelzen als an Körnern, fleischige oder gallertige, lachs- oder ziegelrote Pilzüberzüge. Man findet ähnliche Gebilde auch auf den Getreidestoppeln, sowie gelegentlich auf Keimpflanzen der Getreidearten. Die rote Bekleidung besteht aus einem ausgebreiteten, dicken, filzigen Lager von Pilzfäden, wovon zahlreiche, nach oben gerichtete Hyphenzweige ausgehen. Diese schnüren an ihren Spitzen eine oder mehrere langgezogene, vier- bis sechsfächerige, schwach gebogene und gegen die Enden zugespitzte Sporen ab. Aus einzelnen Gliedern der Konidien werden oft abgerundete, dickwandige, dauerhafte Chlamydosporen gebildet, die der Überwinterung des Pilzes dienen können.

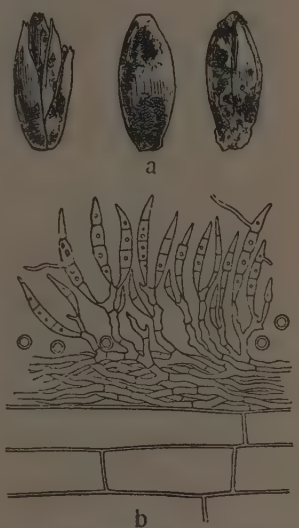



Fig. 139. *Fusarium avenaceum* auf Gerste. a. Ährchen und Körner mit Pilzüberzug. — b. Teil des Pilzüberzuges. (Nach M. G. Smith.

Die meisten Gramineen-Fusarien, wie *Fusarium avenaceum* (Fr.) Sacc., *F. culmorum* (Sm.) Sacc., *F. graminum* Corda u. a., halten sich wesentlich an der Oberfläche der Organe. Es gibt aber auch Arten, wie *F. aurantiacum* (Lk.) Sacc., welche die wasserleitenden Gewebeelemente der Pflanzen durchsetzen und echte Welke der Gräser hervorrufen können. In künstlichen Kulturen hat man mehrere Formen auf andere Pflanzenarten, wie Kartoffeln, Tomaten, Bohnen usw. übertragen können.

In gewissen Fällen können die Fusariosen an den wachsenden Getreidepflanzen schweren Schaden verursachen. Ja, es kommt vor, daß Pflanzen von Gerste und Roggen, zuweilen auch von Hafer, schon bald nach der Keimung ihr Wachstum einstellen,

eine helle, grüngelbe Farbe annehmen und in vielen Fällen völlig absterben („Wurzelbrand des Getreides"). In anderen Fällen wiederum werden Halme von Roggen, Weizen und Gerste infolge der Angriffe dieser Pilze gebogen und geknickt („Fußkrankheit"), ganz wie durch die vorher besprochenen Pilzarten der Gattungen *Leptosphaeria* und *Ophiobolus*.

Aus Bulgarien wird **Fusarium maydiperdum** Bub. erwähnt, die eine Fäule der Maiskolben hervorruft. Die Kolbenspindel verkümmert und die Kornbildung wird verringert oder ganz unterdrückt. Die abgestorbenen Partien sind von einem spinnwebartigen, gelben oder rosafarbenen Pilzfadennetz bedeckt. (Bubak u. Kosaroff, 1911.) Mehrere andere derartige Krankheiten der Maiskolben werden aus Nordamerika erwähnt.

## Fusariosen der Leguminosen.

### St. Johanniskrankheit der Erbsen.

*Fusarium vasinfectum* Atk. u. a.

Schikorra, G., Die St. Johanniskrankheit der Erbsen. Arb. Kais. Biol. Anst., Land- u. Forstw., Bd. 5, 1907, S. 157—173.

Diese Krankheit ist in jüngerer Zeit an mehreren Orten auf Erbsen beobachtet worden. Sie gibt sich durch das plötzliche und schnelle Abwelken der Pflanzen kund. Sie kann schon im Mai auftreten. Einzelne junge Blätter und bald darauf auch Stengelteile werden schlaff und blaß. Zuletzt wird die ganze Pflanze welk und fällt zu Boden. Dies pflegt gewöhnlich gegen Ende Juni einzutreten, weshalb die Krankheit in Holland als „St. Johanniskrankheit" der Erbsen bezeichnet worden ist. Die Krankheit fängt am Wurzelhals in Form eines oder mehrerer dunkel gefärbter, sich auflösender Streifen an, die sich oft ein Stück über die Erdoberfläche erstrecken. Der Ansteckungsstoff dringt durch dort vorhandene Wunden oder Risse ein, die durch äußere Beschädigung durch das Hervorbrechen von Seitenwurzeln od. dgl. entstanden sind. Der Pilz wächst in das Gefäßbündelgewebe hinein und durchwuchert so allmählich die ganze Pflanze. Die Gefäße werden durch einen gelbglänzenden, gummiartigen Stoff verstopft. Solche den Wasserleitbahnen folgende Fusariosen werden auch „Tracheomykosen" genannt.

In den angrenzenden Zellen breitet sich das Mycel aus und erzeugt dort in reichlicher Menge dicke Dauersporen (Chlamydosporen), durch die der Pilz sich den Winter über am Leben halten kann. Wenn das vom Mycel durchzogene Zellgewebe bloßgelegt wird, so wächst daraus ein Luftmycel hervor, das teils kleinere, ein- bis vierzellige, teils größere, drei- bis

Fig. 140. St. Johanniskrankheit der Erbsen. a. Kranke Lupinenpflanze. — b. Junge, künstlich infizierte Pferdebohnenpflanze (Nach Schikorra.)

sechszellige Konidien erzeugt. Vermittels dieser Konidien kann die Krankheit während der Vegetationszeit von Pflanze zu Pflanze verbreitet werden.

Als Erreger der Krankheit werden drei verschiedene Fusarium-Arten angegeben: *F. vasinfectum* Atk., *F. redolens* Woll. und *F. falcatum* App. u. Woll.

Ähnliche Krankheiten, gewöhnlich „Welkekrankheiten“ genannt, kommen auf zahlreichen anderen Leguminosen vor, wie *Faba-*, *Vicia-*, *Lupinus-*, *Trifolium-* und *Lathyrus*-Arten. Bei der Pferdebohne tritt ein Abwelken und Herunterfallen der Pflanzen ein, wenn sie in sehr jungem Stadium angesteckt werden. Sind die Pflanzen dagegen etwas älter, so ist der Parasit nicht imstande, die groben Stengel zu Falle zu bringen, sondern bewirkt nur das Abwelken der Blätter. Bei Lupinen, wie *L. angustifolius*, *L. perennis* und *L. mutabilis*, bricht die Krankheit teils an jungen Pflanzen kurz vor der Blüte, teils an älteren Pflanzen, die schon Hülsen angesetzt haben, auf. Die groben Stengel bleiben indessen in der Regel auch hier aufrecht. Als Krankheitserreger werden verschiedene Fusarium-Arten, wie *F. euoxysporum* Woll., *T. tracheiphilum* (Erw. Sm.) Woll. usw. angegeben.

Fig. 141. Zellen aus einem von der Krankheit befallenen Erbsenstengel mit Mycel und Chlamydosporen. (Nach G. Schikorra.)

Durch Versuche ist festgestellt worden, daß die Form von Fusariose der einen Leguminosenart auf andere Arten übertragen werden kann.

*Schutzmaßregeln.* 1. Schlecht keimende Samen sollten als Saatgut nicht verwendet werden. — 2. Werden kleinere Ansteckungsherde auf dem Felde entdeckt, so sind alle kranken Pflanzen sogleich zu entfernen und zu vernichten. — 3. Sämtliche nach der Ernte zurückgebliebenen Reste erkrankter Pflanzen müssen aufgesammelt und vernichtet werden. — 4. Man baue auf stark angesteckten Boden in den zwei bis drei folgenden Jahren keine Hülsengewächse.

## Weißfäule der Kartoffel.

*Fusarium coeruleum* (Lib.) Sacc.

Appel, O. u. Fuchs, J., Zur Kenntnis der Fusariumfäule der Kartoffeln. Mitt. K. Biol. Anst., Land- u. Forstw., 1913, April, S. 16—17.

Pethybridge, G. H. u. Lafferty, H. A., Further Observations on the cause of the common Dry-Rot of the Potato Tuber in the British Isles. Sci. Proc., Roy. Dublin Soc., 1917, June, S. 193—222.

Diese Krankheit tritt häufig an gelagerten Kartoffeln im Winter auf. Sie erscheint in Form erhöhter oder eingesunkener kleinerer Flecken an der Schale. Die Flecken sind von kreideweißen oder bläulichen bis blaßroten Pilzpolstern überdeckt. Diese Polster bestehen aus Pilzfäden, die Konidien abschnüren.

Fig. 142. Weißfäule der Kartoffel. a. Kartoffel mit von Pilz bedeckten Flecken. — b. Konidien. — c. Keimende Konidie. — d. Chlamydospore. — e. Keimende Chlamydospore. (a. nach Board of Agriculture; b—e. nach G. H. Pethybridge.)

Die Konidien sind sichelförmig gekrümmt, beidendig zugespitzt und mehrfach querseptiert. Sie keimen leicht, unter günstigen Verhältnissen binnen wenigen Stunden, und verbreiten unmittelbar die Krankheit in der Umgebung. Neben diesen schnell keimenden Konidien kommen in den Pusteln allmählich auch andere, dauerhaftere Sporen, Chlamydosporen, zur Entwicklung. Diese bilden sich interkalar, oft reihenweise mehrere zusammen, aus gewissen Mycelfäden heraus. Sie keimen erst nach einer gewissen Ruhezeit aus. Das Innere der schwer befallenen Knol-

len wird binnen kurzem in eine weiche, faulende Masse umgewandelt. In der Regel ist die Krankheit bei der Kartoffelernte nicht bemerkbar. Sie schlummert dann noch und kommt erst später zum Vorschein.

Man meinte früher, daß dieser Pilz nur ein Konidienstadium des Ascomycetenpilzes *Nectria Solani* R. u. B. sei, der außerdem noch andere Konidienformen, den Gattungen *Monosporium* und *Cephalosporium* zugehörig, hatte (Reinke u. Berthold, 1879). Bei neueren Untersuchungen hat sich indessen diese Auffassung als nicht stichhaltig erwiesen.

Als Krankheitserreger werden in Nordamerika mehrere andere Fusariumarten angegeben: *Fusarium oxysporum* Schl., *F. trichotheciodes* Wr., *F. eumartii* Carp. und *F. radicicola* Wr. (Carp., 1915; Pratt, 1916).

Die Krankheit dürfte in Deutschland und Frankreich im Jahre 1907 bösartig aufgetreten sein. Eine große Menge der Saatkartoffeln, die 1908 aus diesen Ländern nach Transvaal verschickt worden waren, zeigte sich nämlich so schwer angegriffen, daß die Regierung von Transval im Herbst desselben Jahres sich veranlaßt fand, zu verfügen, daß Kartoffeln, die zu 1 % oder darüber vom Pilz befallen waren, vernichtet oder an den betreffenden Exporteur zurückgesandt werden sollten.

*Schutzmaßregeln:* 1. Man achte genau darauf, daß die geernteten Kartoffeln genügend trocken sind, bevor sie in das Winterlager gelangen, und daß die Luft am Lagerorte nicht zu feucht und abgeschlossen gehalten wird. — 2. Man untersuche ab und zu im Laufe des Winters die im Keller aufbewahrten Kartoffeln und entferne und vernichte alle kranken Knollen sofort nach ihrer Feststellung. — 3. Zur Verfütterung benutzte man keine verlesenen, leicht erkrankten Knollen, wenn sie vorher nicht gut gekocht worden sind. — 4. Als Saatgut verwende man keine, wenn auch nur sehr schwach, von der Krankheit befallene Kartoffeln. — 5. Hat ein Boden während eines der letzten 3—4 Jahre kranke Kartoffeln hervorgebracht, ist er für den Anbau von Kartoffeln untauglich.

## V. *Rhizoctonia.*

Hierher gehörige Pilzformen bilden an der Oberfläche von Wurzeln und anderen unterirdischen Pflanzenteilen ein ausgebreitetes, filzartiges, violettes oder braunes Mycel. Vermehrungsorgane, soweit bekannt, unvollständig entwickelt.

### Wurzeltöter der Wurzelgewächse.

*Rhizoctonia violacea* Tul.


Prillieux, E., Rhizoctonia violacea (DC.) Tul. Malad. Pl. Agric., T. 2, 1897, S. 144—157.

Duggar, B. M. u. Stewart, F. C., The Steril Fungus Rhizoctonia. Corn. Un. Agr. Exp. Stat., Bot. Div., Bull. 186, 1900, S. 51—76.

Eriksson, J., Einige Studien über den Wurzeltöter (Rhizoctonia violacea) der Möhre. Centr. Bl. Bakt., Abt. 2, Bd. 10, 1903, S. 721—738, 766—775.

Eriksson, J., Etudes sur la maladie produite par Rhizoctone violacée. Rév. Gen. Bot., T. 25, 1913, S. 14—30.

Duggar, B. M., Rhizoctonia crocorum (Pers.) DC. and R. Solani Kühn (Corticium vagum B. u. C.) with notes on other Species. Ann. Miss. Bot. Gard., Vol. 2, 1913, S. 403—458.

van der Leck, H. A. A., Contribution à l'Etude du Rhizoctonia violacea. Med. R. Hoog. Land. Sch., T. 12, 1917, S. 94—112.

Richards, B. L., A Dryrot Canker of Sugar Beets. Journ. Agr. Res., Vol. 22, 1921, S. 47—52.

Fig. 143. Drei Möhren vom Wurzeltöter befallen, die erste oben, die zweite in der Mitte und die dritte unten. (Orig.)

Diese Krankheit befällt verschiedene Wurzelgewächse, besonders Möhre, Zucker- und Futterrüben, Kohlrübe und Weiße Rübe. Sie macht sich erst gegen die Erntezeit der Wurzeln bemerkbar. Man sieht dann, daß die Blätter hie und da auf den Feldern

welk werden. Untersucht man die Wurzel, so findet man sie mit einem violetten, aus Pilzfäden bestehenden Filz bekleidet, der ein zusammenhängendes Lager rings um die Wurzel, an ihrem obersten mittleren oder untersten Teil, bildet. Die leicht oder gar nicht angegriffenen Teile der Wurzeln entwickeln sich einigermaßen normal und behalten ihre natürliche Farbe bei. Der vom Filz bekleidete Teil ist dagegen oft eingeschnürt und dünner als die unbedeckten Partien. Beim Heraufziehen der

Fig. 144. Zuckerrübe (links), Futterrübe (Mitte), Luzerne-Wurzelstück (rechts oben) und Kartoffel (rechts unten), infiziert mit demselben Material vom Rhizoctonia-Pilze der Möhre. (Orig.)

Wurzel haften Erdteile gern am Filzüberzuge, und man kann die Wurzel von der Erde nicht befreien, ohne daß ein Teil des Filzes und des nächstliegenden Rübengewebes mitfolgt.

Die Fäden des Pilzes enthalten, wenn sie etwas älter geworden sind, einen roten Farbstoff. Die Wand der Fäden ist dagegen meist farblos. Im Filze liegen zahlreiche, kleine, braunschwarze, sclerotienähnliche Gebilde, die aus kurzen, reich verzweigten, knäuelartig zusammengeflochtenen Mycelfäden bestehen.

Allmählich lösen sie sich von der Wurzel ab und gelangen frei in den umgebenden Boden. Ohne Zweifel tragen sie zur Verbreitung der Krankheit bei.

Es hat sich bei Kulturversuchen, die bei Stockholm angestellt wurden, gezeigt, daß es von diesem Pilz wenigstens zwei verschieden spezialisierte Formen gibt: 1. f. sp. Dauci, die auf *Daucus Carota* (in verschiedenem Grade an verschiedenen Möhrenvarietäten) vorkommt und außerdem nicht nur auf *Beta vulgaris* (und in geringem Grade auf Luzerne und Kartoffel), sondern auch auf verschiedene Unkräuter, wie *Erysimum cheiranthoides, Stellaria media, Urtica doica, Galeopsis Tetrahit, Myosatis arvensis, Sonchus arvensis, S. oleraceus* und *Chenopodium album*, aber nicht auf Pastinak und Klee, übersiedeln kann; — und 2. f. sp. Betae, die auf *Beta vulgaris* vorkommt und außerdem auf *Brassica Rapa* und *Dauens Carota*, aber nicht auf Rotklee, übertragbar ist.

An den oben genannten Unkrautarten tritt f. sp. Dauci sowohl auf der Wurzel als auch auf dem unteren Teile des Stengels auf. An den Wurzeln zeigt sich der Pilz vorwiegend in Form von schwarzen Punkten. Am Wurzelhalse bildet er, namentlich bei den fünf zuerst erwähnten Unkräutern, einen dicken, bleich fleischfarbenen Wulst, der den Stengel völlig bedeckt und sich bisweilen auch an der Erdoberfläche ausbreitet. Mehrere der vom Pilze angegriffenen Unkrautarten, wie *Sonchus oleraceus, Stellaria media, Erysimum cheiranthoides* und *Urtica dioica*, waren bei der Erntezeit noch voll lebendig, mit Stengeln und grünen Blättern, ja in einem Falle *(Erysimum)* mit lebenden Blüten. Andere Arten aber waren verwelkt.

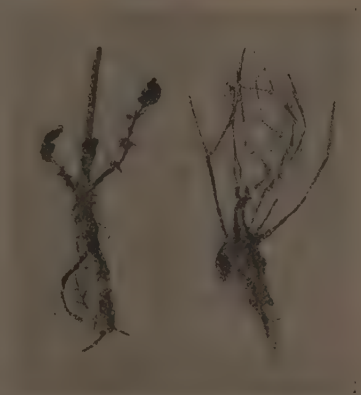


Fig. 145. Teile von *Urtica urens* (links) und *Stellaria media* (rechts), vom Rhizoctonia-Pilz der Möhre befallen. (Orig.)

Auf Material von pilzbefallenen Unkrautpartien, das in Spiritus aufbewahrt worden war, wurden mehrere Jahre später Mycelauswüchse aus dem hellroten Stengelfilz wahrgenommen, die an Basidien und Basidiosporen so stark erinnerten, daß man, wie bei *Rhizoctonia Solani* ein *Hypochnus*-Stadium *(H. Solani)*, so auch hier ein *Hypochnus*-Stadium *(H. circinans)* annehmen wollte. Bei später in Holland ausgeführten Versuchen hat man auf ganz frischem Material derselben Art die Richtigkeit dieser Deutung in Zweifel ziehen wollen, indem man dort nur Faden-, aber keine Basidien-Bildung fand. Zur Entscheidung dieser Frage dürften weitere Versuche nötig sein.

*Schutzmaßregeln.* 1. Bei der Ernte der Wurzelgewächse entferne man alle, wenn auch nur sehr wenig erkrankten Wurzeln und vernichte sie entweder durch Kochen oder in anderer Weise. — 2. Die Stellen, wo kranke Pflanzen gestanden, sind durch Holzstäbe zu markieren, und die Erde an den markierten Stellen durch Begießen mit einer pilztötenden Flüssigkeit, z. B. mit einer verdünnten Karbolsäurelösung (man nehme 50 gr Säure zu 10 l Wasser; 40 l von dieser Lösung auf 15 qm Boden), zu desinfizieren. — 3. Im Laufe des Winters untersuche man von Zeit zu Zeit die Wurzeln, die in der Nähe von verseuchten Flekken des Ackers geerntet sind, und zerstöre alle erkrankten. — 4. Auf Boden, der kranke Wurzeln hervorgebracht hat, baue man wenigstens in den vier nächsten Jahren keine für dieselbe Krankheit empfängliche Pflanzenart. — 5. Man benutze keinen frischen Stalldünger, wenn zur Fütterung kranke Wurzeln verwendet worden sind.

## 5. Unvollständig erforschte Krankheiten.

### Graufleckigkeit des Hafers.

Eriksson, J., Sotdagg ä hafre. (Scolecotrichum graminis Fuck., f. Avenae Erikss.). K. L. Ak. Handl. o. T., 1890, S. 180—181.

Krause, F., Scolecotrichum graminis Fuck. f. Avenae Erikss., Centr. Bl. Bakt., Abt. 2, Bd. 25, 1910, S. 102—106.

Hiltner, L., Beobachtungen und Untersuchungen über die sog. Dörrfleckenkrankheit des Hafers. Prakt. Blätt., Pfl.-Bau u. Pfl.-Sch., 1914, S. 28 usw.

Schikorra, W., Beiträge zur Dörrfleckenkrankheit des Hafers. Centr. Bl. Bakt., Abt. 2, Bd. 45, 1916, S. 578—586.

Scherpe, R., Untersuchungen über die Ursache der Dörrfleckenkrankheit des Hafers. Arb. Biol. R. Anst., Land- u. Forstw., Bd. 10, 1920, S. 307—358.

Diese Krankheit gibt sich dadurch kund, daß auf gewissen größeren oder kleineren Teilen der Haferfelder die Blätter im Vorsommer fleckig werden, ja mitunter vor dem Rispenansatz vollständig verwelken. Entweder gehen die Pflanzen völlig zugrunde, oder sie werden so geschwächt, daß sie nur verkümmerte Rispen mit ganz leeren, welken Ährchen entwikkeln. Die großen, braungrauen Flecken stehen anfangs von einander getrennt am befallenen Blatte, breiten sich aber immer mehr aus, bis die Blattspreite zum größten Teil oder ganz und gar abgestorben ist. In der Regel kommen die ersten Krankheitsflecken an der Basis des zweiten Blattes zum Vorschein und verbreiten sich so allmählich auf die oberen Blätter.

Fig. 146. Graufleckigkeit des Hafers a. Junges, b. älteres Krankheisstadium. — c. Fäden aus einem Pilzfadenbüchel. — d. Konidien. — e. Beinahe abgestorbenes, quer durchschnittenes Blatt. (a. bis d. Orig.; e. nach F. Krause.)

An den grauen Blattflecken findet man gewöhnlich kleine schwarze, von Pilzfäden zusammengesetzte Punkte. Diese treten aus den Spaltöffnungen hervor und bestehen aus gerade abstehenden, schmutzbraunen, etwas zickzackförmig gegliederten

Pilzfäden, die an der Spitze einzellige oder quergeteilte, ebenfalls schmutzigbraune Konidien abschnüren.

Die Krankheit kehrt gewöhnlich auf denselben bestimmten Flecken der Felder, jedesmal wenn Hafer dort gebaut wird, wieder. Bisweilen hat man ähnliche Krankheitserscheinungen an Sommerweizen, der auf solchen Ackerfeldern gewachsen ist, wahrgenommen. Die Krankheit kommt oft auf Torfboden, Schwemmsandbildungen an Binnenseen und an fließenden Gewässern, nicht selten an Abhängen zwischen hoch und niedrig gelegenen Böden vor. Sie wird durch niedrige Temperatur während der ersten Wachstumszeit gefördert.

Das Hervortreten und die Intensität der Krankheit steht mit einem zu großen Überschuß an Kalk in der Bodenlösung in Verbindung. Durch Zusatz von Kaliumpermanganat, Mangansulfat, Ammoniumsulfat und Ammoniumchlorid, sowie auch von wohl gebraunter Stalldüngung wird die Krankheit gehemmt. Die Nitrate dagegen befördern die Krankheit. (O. Arrhenius, 1923, 1924.) Infolgedessen ist man auch bisweilen geneigt, dem vorhandenen Pilz *Scolecotrichum graminis* die Rolle als primären Krankheitserreger abzuerkennen. Verschiedene Hafersorten leiden in verschiedenem Grade. Zu den widerstandsfähigsten scheinen „Mesdag", „Duppauer", „Deutscher Moorhafer" u. a. zu gehören.

Die Krankheit ist in Schweden seit langer Zeit von Schonen bis Uppland beobachtet worden, hat aber erst in neuerer Zeit größere Aufmerksamkeit auf sich gezogen. Ihr Vorkommen wird auch aus Dänemark, Holland und Deutschland, besonders in den Jahren 1908 und 1909 aus Posen und Westpreußen berichtet.

*Schutzmaßregeln.* 1. Für solche Böden, die eine Tendenz gezeigt haben, kranke Ernten zu geben, wähle man möglichst widerstandsfähige Hafersorten. — 2. Man vermeide schattige Kulturböden. — 3. Die Sulfate und die Chloride von Mangan und Ammonium sind die besten Kampfmittel gegen die Krankheit; danach kommt gut gebraunter Stalldünger; von Mangansulfat verwende man 50 kg per ha. Dagegen bewirken alle Nitrate und auch Mangansuperoxyd eine Förderung der Krankheit.

## Blattrollkrankheit der Kartoffel.

Hiltner, L., Welche sind die Ursachen der geringen Kartoffelernte 1910 und welche Maßnahmen sind in Zukunft vorzusehen? Hess. Landw. Zeit., 1911, Nr. 15 u. 16.

Appel, O. u. Schlumberger, O., Die Blattrollkrankheit und unsere Kartoffelernten. Arb. D. Landw. Ges., H. 190, 1911, S. 1—102.

Köck, G. u. Kornauth, R., Bericht über die von der k. k. Pflanzenschutzstation im Jahre 1911 durchgeführten Versuche zum Studium der Blattrollkrankheit der Kartoffel. Zeitschr. Landw. Vers. Wes., Österr., 1912, S. 179—247.

Schander, R., Durch welche Mittel treten wir der Blattrollkrankheit entgegen? Fühl. Landw. Z., Jahrg. 63, 1914, S. 225—243.

Qvanjer, H. M., Nature, mode of dissemination and control of Phloem-necrosis (leaf-roll) and related diseases. Med. Rijks. H. Land. Bouwsch., Deel 10, 1916, S. 1—138.

Atanasoff, D., Stipple-Streak Disease of Potato. Med. Landb. Hoogesch., Deel 24, 1922, S. 1—32; — Deel 26, 1922, S. 1—52.

Qvanjer, H. M., General Remarks on Potato Diseases of the Curl-Type. Rep. Intern. Conf. Phyt., Holland, 1923. Waageningen 1924, S. 23—28.

Im Hochsommer, gegen Ende Juli oder anfangs August, kann man auf den Kartoffelfeldern hier und da Pflanzen von einem auffallenden Aussehen wahrnehmen. Die Blättchen falten oder rollen sich der Länge nach, oft tütenartig, nach oben. Solche Pflanzen kommen vereinzelt auf dem Felde vor oder sie bilden zusammen größere oder kleinere Flecken. Durch die blassere Farbe der nach außen gerichteten Blattunterseite heben sich die kranken Pflanzen gegen die gesunden, dunkelgrünen scharf ab. Das ganze Feld bekommt ein buntes Aussehen. Bei vielen Kartoffelsorten nehmen die zusammengerollten Blättchen, und zwar besonders die untere Seite der Rippen, einen gelblichen oder rötlichen Farbenton an.

Im ersten Krankheitsjahre geben die blattrollkranken Pflanzen in der Regel eine fast normale Ernte von anscheinend gesunden, wenn auch weniger zahlreichen Knollen. Wenn solche Knollen im folgenden Jahre als Saatkartoffeln verwendet werden, so treiben wohl die Augen meistens normale Ausläufer, aber die oberirdischen Sprossen verkümmern, und die Blätter werden früher als im ersten Krankheitsjahre eingerollt. Knollenbildung kann stattfinden, aber die Knollen bleiben gewöhnlich klein; oft werden sie nicht größer als Haselnüsse. Mitunter sind die

Ausläufer sehr verkürzt, und die Knollen sitzen dicht am Stengel. Die Augen dieser kleinen Knollen treiben nicht selten Ausläufer mit Knollenansatz. Werden Knollen aus dem zweiten Krankheitsjahre zur Saat im darauffolgenden Jahre benutzt, so werden oft die von denselben entsandten Ausläufer nicht so

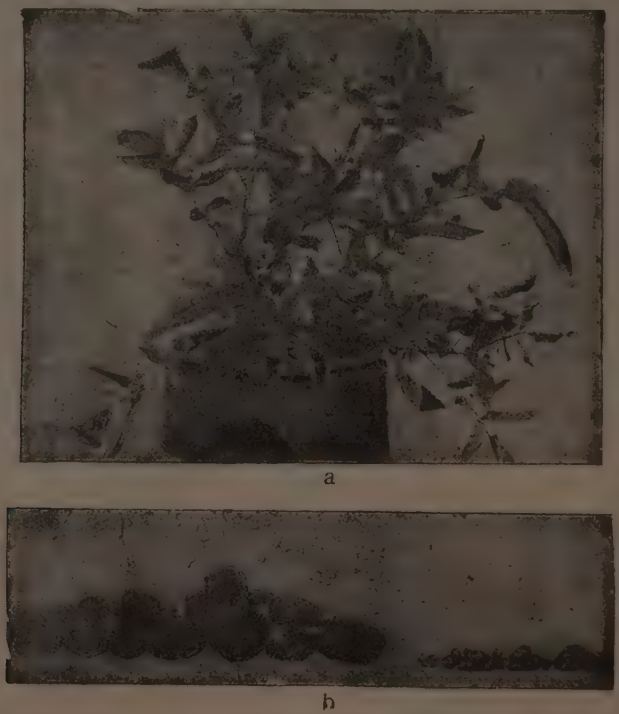


Fig. 147. Blattrollkrankheit der Kartoffel. a. Blattrollkranke Pflanze — b. Ernte von Magnum bonum nach gesunden Pflanzen (links) und nach kranken Pflanzen (rechts). (Nach R. Schander.)

weit entwickelt, daß sie die Erdoberfläche erreichen können, oder es kommen sogar gar keine Ausläufer zur Ausbildung.

Die Krankheit machte sich zuerst in Westfalen und der Rheinprovinz im Jahre 1905 bemerkbar. Man hat dieses Auftreten mit der 1904 und 1905 dort herrschenden, außergewöhnlich starken und anhaltenden Trockenheit in Verbindung bringen

wollen. Bald danach wurde sie indessen auch andererorts beobachtet und ist später aus den meisten europäischen Ländern, sowie auch aus Amerika, gemeldet worden.

Im Anfange des Jahres 1908 entstand in Deutschland und den angrenzenden Ländern eine förmliche Panik infolge eines beunruhigenden Artikels, der von einem der hervorragendsten Kartoffelzüchter Deutschlands verfaßt war (*Arnim*-Schlagentin) und in vielen europäischen Zeitungen veröffentlicht wurde. In diesem Artikel mit der Überschrift „Europas Kartoffelbau in Gefahr" wurde die Befürchtung ausgesprochen, daß in ganz Deutschland, mit verschwindenden Ausnahmen, keine einzige gesunde Kartoffel für die Frühjahrssaat zu haben wäre. Diese Befürchtung hat sich aber als übertrieben gezeigt. Die Krankheit trat allerdings im Herbst 1908 an zahlreichen Orten in den kartoffelbauenden Ländern des Kontinents auf, und zwar besonders in Gegenden, wo ein sehr intensiver Kartoffelbau getrieben wird. Hierbei zeigte sich, daß sie überall dort, wo sie einmal bösartig wütete, stets wieder erschien und sämtliche Kartoffelsorten ohne großen Unterschied befiel. Andererseits fanden sich jedoch zahlreiche und große Gebiete, in denen die Krankheit noch wenig oder gar nicht vorkam und die Ernte vollkommen befriedigend war.

Im Jahre 1909 trat die Krankheit vielerorts auf dem europäischen Kontinente auf, besonders in Süddeutschland und Österreich-Ungarn, und richtete noch größere Verwüstungen an als im vorhergegangenen Jahre. In Bulgarien z. B. war sie schließlich so weit verbreitet, daß kein Distrikt davon frei blieb. Verschiedene Kartoffelsorten litten dort in ungleichem Grade, die importierten schwerer als die einheimischen. Der Verlust an den einzelnen Sorten wechselte zwischen 10 und 100 %. Noch im selben Jahre 1909 blieben indessen mehrere Gegenden Deutschlands von der Krankheit verhältnismäßig frei.

Beim Durchschneiden des Stengels einer kranken Kartoffelpflanze findet man zuweilen, daß der Gefäßbündelring gelb gefärbt ist. Ein dünner Querschnitt durch einen solchen Stengel zeigt mitunter in dem gelben Ringe ein Pilzmycel. Einen ähnlichen, gelben Gefäßbündelring findet man manchmal auch in der kranken Knolle, besonders gegen das Nabelende, wo die Knolle am Ausläufer befestigt gewesen ist. Die gefundenen Mycelbildungen hat man zu verschiedenen Arten der Pilzgattungen *Fusarium* (Appel, 1906; Spieckermann, 1908; Köck u. Kornauth, 1910; Himmelbauer, 1912), *Verticillium* (Appel u. Wollenweber, 1909), *Solanella* (Vanha, 1910) usw. rechnen wollen.

In zahlreichen Fällen hat man indessen kein Mycel im Gefäßbündelring oder in übrigen Geweben der Knolle entdecken können. Infolgedessen sind von mehreren Seiten Zweifel gegen

die parasitäre Natur der Krankheit erhoben und andere Versuche zum Aufklären des Krankheitsphänomens vorgeführt worden. Man hat die Krankheitsursache in der Benutzung unreifer Saatknollen suchen wollen (Hiltner, 1905; Sorauer, 1908; Stoermer, 1910), oder in abnorm encymatischer Beschaffenheit des Zellsaftes (Grüss, 1907; Sorauer, 1908), oder in mangelhafter Wasserversorgung und Minderung der Wasseraufnahme durch Wurzelschäden, sog. „pathologischer, adoptiver Mutation" (Hedlund, 1910), oder in abnormem Phloëm, verbunden mit Schrumpfung und Verholzung, sog. „Phloëm-Necrose" (Qvanjer, 1913, Schultz u. Folsom, 1921), oder in übermäßiger und zur unrichtigen Zeit angewendeter Düngung mit Kalisalzen oder anderen Salzen (Bibraus, 1910; Hiltner, 1911), oder endlich in sog. „Entartung" der Kartoffelsorten infolge fortgesetzter, vegetativer Vermehrung der Kartoffelpflanze (Schultz-Soest, 1905). Nach allen diesen Hypothesen wäre das Pilzmycel, wenn vorhanden, nachträglich hineingekommen und nicht als der eigentliche Krankheitserreger zu deuten.

Die Blattrollkrankheit gehörte ursprünglich zu einer Klasse von Kartoffelkrankheiten, die „Kräuselkrankheit der Kartoffel" benannt wurde. Erst im Jahre 1906 wurde sie als eine selbständige Krankheitsart betrachtet und bezeichnet. Nach den seit der Zeit in verschiedenen Ländern gewonnenen Einsichten und Erfahrungen zu schließen, scheint dieselbe auch in dieser Begrenzung keine einheitliche Krankheit zu sein. Mehreres in ihrem Auftreten — Entwicklung des Krautes, Einrollung der Blättchen, Befestigung der Knollen mit oder ohne Stolonen usw. — sowie auch die in Einzelfällen verschiedene wirtschaftliche Bedeutung der Krankheit erweckten bald den Verdacht, daß wesentlich ungleichartige Krankheitsformen auch in der Blattrollkrankheit sich verbargen. Diese Ahnung ist auch allmählich bestätigt worden. Im Jahre 1916 wurde aus Irland eine spezielle Form der Krankheit als „Verticillium Disease" beschrieben (Pethybridge) und in allerletzter Zeit sind aus Holland nicht weniger als 8 verschiedene solcher Formen — „Leaf Roll", „Marginal Leaf-Roll", „Intervenial Mosaik", „Aucuba Mosaik", „Common Mosaik", „Chinkle", „Stipple-Streak" und „Leaf-Drop Streak" benannt — beschrieben und abgebildet worden (Qvanjer, 1924).

*Schutzmaßregeln.* 1. Man verwende völlig gesunde Saatkartoffeln, die auf Äckern geerntet sind, wo die Krankheit sich nicht gezeigt hat. — 2. Auf Boden, der kranke Kartoffeln hervorgebracht, sind in den 2—3 folgenden Jahren keine Kartoffeln zu bauen. — 3. Sobald die Krankheit auf einem Kartoffelfeld erscheint, sind alle erkrankten Pflanzen baldmöglichst auszureißen, zu entfernen und zu vernichten oder mit Holzstäben zu markieren, damit die ihnen angehörigen Knollen bei der Ernte von denjenigen der gesunden Pflanzen getrennt werden können. — 4. Man vermeide, daß Erde von krankem Acker durch Menschen, Vieh oder Geräte auf Felder übertragen werde, wo in einem folgenden Jahre Kartoffeln gebaut werden sollen.

Eine ähnliche Kartoffelkrankheit, deren Ursache gleichfalls noch nicht aufgeklärt ist, hat man in Irland unter dem Namen **„Yellowing"** („Yellow Blight") beschrieben. Die durch sie heimgesuchten Pflanzen beginnen Mitte Juli zu vergilben, sterben vorzeitig ab und geben entweder nur geringe oder überhaupt gar keine Ernte. Man hat keinen Parasiten entdecken können. Hügelkultur und gute Entwässerung scheinen der Krankheit entgegenzuwirken (Pethybridge, 1910, 1911).

Seit mehreren Jahren sind ferner im Innern der Kartoffelknollen gewisse Flekkenkrankheiten von noch unerforschter Natur beobachtet worden. Eine solche ist unter der Bezeichnung **„Buntwerden"** („Eisenfleckigkeit") aus Deutschland seit 1897, und zwei andere **„Internal Disease"** (Horne, 1910) und **„Sprain"** („Streak Disease") (Pethybridge, 1912) seit etwa derselben Zeit aus Großbritannien, Nordamerika und Australien bekannt. Sie zeigen alle ungefähr dasselbe Aussehen. Äußerlich weisen die Knollen nichts krankhaftes oder verdächtiges auf. Erst wenn man sie durchschneidet, entdeckt man hier und da in dem weißen Fleisch braune, rundliche Flecken („Buntwerden", „Internal disease") oder schmale Streifen („Sprain"), letztere oft

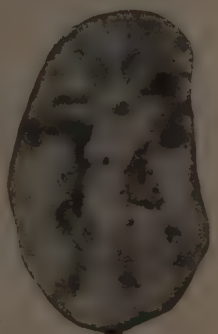


Fig. 148.
Durch „Sprain" angegriffene Kartoffel. (Nach A. S. Horne.)

bogenförmig zusammenlaufend. In neuester Zeit hat man sämtliche dieser Krankheitsformen für identisch und durch eine Bakterie, *Pseudomonas solanioleus* Paine, hervorgerufen betrachten wollen (Paine, 1923). Andererseits behauptet man, daß man weder in den kranken Geweben noch in ihrer Nähe Mycelfäden oder Bakterien hat nachweisen können. Das Plasma der Zellen hat sich indessen trüb und bräunlich gezeigt, und man hat in gewissen Fällen in den kranken Zellen runde, plasmodienähnliche Körper wahrzunehmen geglaubt, die auf die Anwesenheit eines niedrig stehenden Pilzes (Chytridiacee) deuten würden. In dieser Weise erkrankte Kartoffeln sind als menschliche Nahrung unbrauchbar. Wenn man solche Knollen zur Saat benutzt, so werden 6—22% der Pflanzen in derselben Weise krank.

## Mosaikkrankheit des Tabaks.

Mayer, A., Über die Mosaikkrankheit des Tabaks. Landw. Ver.-Stat., 1866, S. 451 usw.

Koning, C. J., Die Flecken- oder Mosaikkrankheit des holländischen Tabaks. Zeitschr. Pfl.-Kr., 1899, S. 65—80.

Heinzel, K., Contagiöse Pflanzenkrankheiten ohne Microben unter besonderer Berücksichtigung der Mosaikkrankheit der Tabaksblätter. Inaug.-Diss., Erlangen, 1900, S. 1—46.

Woods, A. F., Observations on the Mosaik Disease of Tobacco. U. S., Dep. Agr., Bur. Pl. Ind., Bull. 18, 1902, S. 1—24.

Iwanowski, D., Über die Mosaikkrankheit der Tabakpflanze, Zeitschr. Pfl.-Kr., 1903, S. 1—41.

Palm, B. T., Is the Mosaic Disease of Tobacco a Chlamydozoonose? Bull. Delè. Proefst., Medan-Sumatra, Nr. 15, 1922, S. 7—10.

Duggar, B. M. u. Armstrong, J. K., Indications respecting the nature of the infective particles in the Mosaik Disease of Tobacco. Ann. Mo. Bot. Gard., Vol. 10, 1923, S. 191—212.

Im Hochsommer, 2—3 Wochen nach dem Anpflanzen des Tabaks, beginnen hier und da auf den Tabakfeldern Pflanzen von einem eigentümlichen, anormalen Aussehen zu erscheinen. Die Blätter zeigen unregelmäßige Flecken, die ungleich gefärbt, bald dunkelgrün, fast undurchsichtig, bald heller und durchsichtig sind. Die Flecken geben dem gegen das Licht gehaltenen Blatt ein mosaikartiges Aussehen. Die dunkelgrünen Flecken wachsen kräftig und bilden schwach erhöhte Buckeln, wäh-

rend die hellen ihr Wachstum fast ganz einstellen. Die kranken Pflanzen bleiben gegenüber den gesunden in ihrer Entwicklung zurück.

Kranke und gesunde Pflanzen stehen im bunten Durcheinander. Die Krankheit geht nicht von selbst von einer Pflanze zur anderen über, wenn aber ein erkranktes Blattstück oder aus einem kranken Blatte herausgepreßter Saft in eine Wunde am Blatt oder Stengel einer gesunden Pflanze gelangt, so entstehen nach 3—6 Wochen, je nach dem Alter der gesunden Pflanze, an dieser ähnliche Krankheitssymptome, jedoch nicht an dem infizierten Organ selbst, sondern an den neuen zarten Blättern, die nach und nach an den Stengeln und Zweigspitzen hervorwachsen. Das Gift scheint mit dem Saftstrom in die jüngsten Gewebeelemente (das Meristem) hinauf zu gelangen und erst dort seine Wirkung geltend zu machen. Eine derartige Übertragung der Krankheit von Pflanze zu Pflanze geschieht leicht durch die Hände oder Gerätschaften der Arbeiter, wenn diese die Pflanzen zur Verhinderung des Fruchtansatzes abgipfeln. An den abgegipfelten Pflanzen werden daher die Seitensprossen in der Regel mosaikkrank. Die kranken Blätter stehen an Handelswert den gesunden wesentlich nach. Als Deckblätter für Zigarren sind sie nicht zu verwenden; auch sollen sie dem Pfeifentabak einen unangenehmen, durchdringenden Geruch verleihen.

Fig. 149. Mosaikkrankes Tabakblatt. (Nach D. Iwanowski.)

Die Krankheit greift alle gebauten Rassen von *Nicotiana Tabacum* an, dürften aber nicht an *N. rustica* auftreten.

Die Ursache dieser Krankheit ist noch nicht mit Sicherheit festgestellt. Einige meinen, sie sei durch Bakterien bewirkt, die

so klein seien, daß sie weder durch mikroskopische Untersuchung noch durch Züchtung nachweisbar wären. (Mayer, 1886; Koning, 1898). Andere nehmen einen lebenden flüssigen Ansteckungsstoff, „contagium vivum fluidum" an, der an das Protoplasma der Zellen innig gebunden sei (Beijerinck, 1898), also eine Art „Mykoplasma" bildend. Wiederum andere rechnen als Krankheitserreger gewisse im Protoplasma angetroffene „sonderbare, an parasitische Amöben erinnernde Plasmaanhäufungen in der Nähe des Zellkerns oder nicht selten in unmittelbarer Berührung mit diesen", also eine Art von „contagium fixum" (Iwanowski, 1903); diese Körperchen sind später mit dem Namen *Strongyloplasma Iwanowskii* bezeichnet worden (Palm, 1922). Und schließlich noch andere leugnen das Vorhandensein irgendwelches parasitischen Krankheitserregers und betrachten die Krankheit als die Folge gewisser durch hohe Temperatur, reichliche Bewässerung, feuchte Luft, schlechte Nahrung usw. hervorgerufene Störungen im normalen Stoffwechsel innerhalb der Pflanze, die entweder in einer Überproduktion enzymatisch entstandener sog. Oxydasen oder Peroxydasen oder auch in einer durch äußere Reize eingeleiteten Bildung von Giftstoffen bestehen sollten (Heinzel, 1900; Wods, 1902).

Diese seit langem in vielen tabakbauenden Ländern bekannte Krankheit wurde zuerst in Holland in der Mitte der 80er Jahre des vorigen Jahrhunderts wissenschaftlich untersucht. Nachher ist sie nicht nur in diesem Lande, sondern auch anderorts besonders in Frankreich, Rußland, Nordamerika usw. Gegenstand großer Aufmerksamkeit geworden. Auf den Tabakfeldern unweit Stockholm tritt sie seit langer Zeit in jedem Jahre stark auf.

*Schutzmaßregeln.* 1. Zur Samenernte sind nur gesunde Pflanzen auszuwählen. — 2. Man verwahre Kapselfrüchte und Samen an geeigneter trockener Stelle und sorge dafür, daß sie mit Resten von kranken Pflanzen nicht in Berührung kommen. — 3. Für die Anzuchtkästen muß gesunde Erde angeschafft werden. — 4. Gute Entwässerung des Bodens. — 5. Düngung mit frischem Stallmist ist zu vermeiden; dagegen sind Kainit und Thomasphosphat empfehlenswert. — 6. Das Abgipfeln muß zuerst an allen mosaikkranken Pflanzen für sich und darf erst nach ein

paar Tagen nach sorgfältiger Desinfizierung der Hände und Geräte an den gesunden Pflanzen vorgenommen werden.

Oft zeigt sich auf denselben Tabakfeldern, welche die soeben beschriebene Krankheit aufweisen, ja sogar an denselben Pflanzen, später noch eine andere Fleckenkrankheit, **„Pocken"** genannt. Es treten zahlreiche, kleinere, meistens winzige, braune oder weiße, zuletzt dürre und teilweise zerberstende Flecken über die ganze Blattspreite verstreut auf.

# D.

# Allgemeine Schutzmaßregeln gegen die Krankheiten.

Von den Maßregeln, die zum Schutze gegen die durch parasitische Pilze hervorgerufenen Pflanzenkrankheiten getroffen werden können, haben einige, die sog. prophylaktischen oder die Vorbeugungsmaßregeln, den Zweck, den Ausbruch der Krankheit zu verhindern, andere wieder, die sog. therapeutischen oder die Bekämpfungsmaßregeln, sollen schon ausgebrochene Krankheiten unterdrücken.

Wenn es sich um die eigentlichen landwirtschaftlichen Gewächse, also die Getreidearten, die Futterpflanzen und die Wurzelgewächse handelt, so kann aus leicht ersichtlichen Gründen von der Unterdrückung einer schon ausgebrochenen Krankheit weit weniger die Rede sein, als in Betreff der Gartengewächse, bei denen in vielen Fällen jedes Individuum (Baum oder Strauch) für sich behandelt werden kann. Die Schutzmaßnahmen gegen die Krankheiten der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen müssen deshalb vorwiegend prophylaktisch sein.

## a) Prophylaktische Maßregeln.

1. *Gesundes Saatgut, von gesunden Pflanzen geerntet.* In gewissen Fällen, wie z. B. in bezug auf Mutterkörner und Brandkörner in Getreide- und Grassamen, Sklerotien in Saaten von Klee, Runkelrübe, Weiße Rübe und Senf, genügt oft eine okuläre Besichtigung des Saatgutes. Diese kann der Landwirt selbst vornehmen, oder er sendet eine Probe des betreffenden Saatgutes an eine Samenkontrollanstalt zur Untersuchung.

In vielen, und zwar keineswegs in den ungefährlichsten, Fällen genügt indessen die okuläre Untersuchung der Ware nicht. Obwohl es durch die Erfahrung sicher nachgewiesen ist, daß Krankheiten mit dem Saatgut eingeschleppt sind, kann es sich zeigen, daß auch auf mikroskopischem Wege keine Spuren der betreffenden Krankheit, weder in Form von Sporen noch Mycel, entdeckt werden. Dies ist z. B. der Fall mit Saatkörnern, die Krankheitskeime von Flugbrand und von Getreiderost enthalten. Um gegen derartige Krankheiten sicher geschützt zu sein, muß man sich vergewissern, daß das Saatgut aus einem in sich gesunden Stamme geerntet ist, und es genügt dabei oft nicht, daß man nur den Gesundheitszustand der letztjährigen Ernte kennenlernt. Der Krankheitskeim scheint in einer Sorte mehrere Jahre schlummern zu können, bis ein Jahr eintritt, wo die umgebenden, äußeren Verhältnisse einen mehr oder weniger kräftigen Ausbruch der Krankheit hervorrufen. Unzweideutige Beweise dafür liefern die für den Gelbrost schwer empfänglichen Weizensorten, ja sogar auch sonst widerstandsfähigen Sorten. Die Saatkörner solcher Weizensorten, — seien sie voll entwickelt oder geschrumpft — können anscheinend gesunde Ernte schöner, gut entwickelter Körner mehrere Jahre nacheinander geben. Kommt aber ein Jahr mit Witterungsverhältnissen, die für die Entwicklung des Gelbrostpilzes besonders günstig sind, so bricht die Krankheit wieder bösartig aus. Am besten ist es in diesen Fällen, die Ernte des oder der vorhergehenden Jahre selbst zu besichtigen. Ist dies nicht möglich, sind Zeugnisse über die gesunde Beschaffenheit derselben zu beschaffen. Es ist zu empfehlen, zum Aussäen im nächsten Jahre Samen von Wurzelgewächsen, Hülsenfrüchten usw. von seinen eigenen Kulturen zu sammeln.

2. *Anbau von widerstandsfähigen Varietäten und Sorten* der verschiedenen Kulturgewächse. In den allermeisten Fällen findet man bei verschiedenen Rassen ein und derselben Pflanzenart eine innewohnende, verschiedene Empfänglichkeit für Krankheiten. Dies ist der Fall z. B. bei den Kartoffelsorten gegenüber der Krautfäule, bei den Weizensorten gegenüber dem Gelbrost usw. Bei der Beurteilung und der Ausnutzung der diesbezüglichen Eigenschaften der Sorten ziehe man die Schlüsse aus

der Erfahrung, die am Orte selbst oder an einem nahe gelegenen Platz, der möglichst gleichartig ist mit demjenigen, wo die Sorte gebaut werden soll, gewonnen ist. An weit getrennten Standorten kann nämlich ein und dieselbe Varietät oder Sorte sich wesentlich ungleich verhalten.

Andererseits kommen aber auch Fälle vor, in denen man eine verschiedene Widerstandsfähigkeit verschiedener Kulturrassen kaum oder gar nicht nachweisen kann, sondern sie fallen alle ohne nennenswerte Unterschiede dem Zerstörer zum Opfer. So verhält es sich z. B. mit Pflanzen im Allgemeinen gegenüber den Erregern von Bakteriosen und Fusariosen.

3. *Sorgfältige Bearbeitung und Entwässerung des Bodens.* Da die Erfahrung gezeigt hat, daß sowohl übermäßige Feuchtigkeit als zu starke Trockenheit, jede in ihrer Art, die Pflanzen schwächt und gegen Krankheit überhaupt weniger widerstandsfähig macht, so muß man im voraus sein möglichstes tun, um den extremen Verhältnissen in bezug auf die Feuchtigkeit des Bodens vorzubeugen.

4. *Vermeiden des frischen Stalldüngers,* da durch ihn allerlei Ansteckungsstoffe den aufwachsenden Pflänzchen zugeführt werden.

5. *Aufsammeln und Vernichten erkrankter Sprosse, Blätter, Wurzeln usw.* An den bei oder nach der Ernte zurückgebliebenen, kranken Pflanzenteilen werden sehr oft Fortsetzungs- und Überwinterungsstadien der verschiedenen Pilzarten entwickelt, und diese bewirken im folgenden Jahre leicht neue Krankheitsausbrüche. Das Vernichten kann durch tiefes Vergraben oder durch Verbrennung geschehen.

6. *Wiederholte Besichtigung der im Winterlager aufbewahrten Wurzelgewächse, sowie Ausmerzen und Vernichten aller kranken Teile.* Diese dürfen nicht auf den Dünger- oder Komposthaufen gebracht werden, weil dadurch der Ansteckungsstoff am Leben erhalten bleibt, vielleicht sogar eine erhöhte Lebensfähigkeit gewinnt, und beim Ausfahren des Düngers der aufwachsenden Saat zugeführt wird.

7. *Aushungern der Parasiten.* Dadurch, daß man während einiger Jahre auf einem Boden keine derjenigen Pflanzenarten baut, auf die der betreffende Pilz angewiesen ist, um sich er-

nähren zu können, beraubt man allmählich den Pilz seiner notwendigen Lebensbedingungen. Diese Methode ist besonders dann benutzt worden, wenn es sich um Wurzelparasiten, wie die Hernie der Kohlgewächse, den Wurzeltöter der Möhre usw. gehandelt hat.

8. *Entfernen der Pflanzenarten, die den Ansteckungsstoff auf die gebauten Gewächse übertragen können.* Dies gilt besonders bei wirtswechselnden Getreiderostarten, deren becherrosttragende Wirtspflanzen — *Berberis-*, *Mahonia-*, *Rhamnus-* und *Anchusa*-Arten — innerhalb 50—100 m von Getreideäckern nicht geduldet werden sollten. Auch müssen aus solchem Gebiete Unkräuter, wie Quecke *(Agropyrum repens)*, Knaulgras *(Dactylis glomerata* u. a., an denen dieselben Rostarten vorkommen, entfernt werden.

9. *Desinfektion des Saatgutes.* Diese kann in verschiedener Weise ausgeführt werden.

a) Beizung mit Kupfervitriollösung. Siehe die Beschreibung S. 89.

b) Beizung mit Bordeaux-Brühe. Siehe die Beschreibung S. 90.

c) Beizung mit Formalinlösung. Siehe die Beschreibung S. 90.

d) Beizung mit Sublimatlösung. Man gibt 100 g Quecksilberchlorid zu 100 l kaltem Wasser und rührt um, bis das Salz gelöst ist. Die Zubereitung der Lösung geschieht am besten in einem Holz-, nicht in einem Metallgefäß. Man hat in solcher Lösung schorfige Kartoffeln mit Erfolg gebeizt. Die Kartoffeln haben anderthalb Stunden in der Flüssigkeit gelegen und sind dann während 15—30 Minuten in reinem, fließendem Wasser abgespült worden.

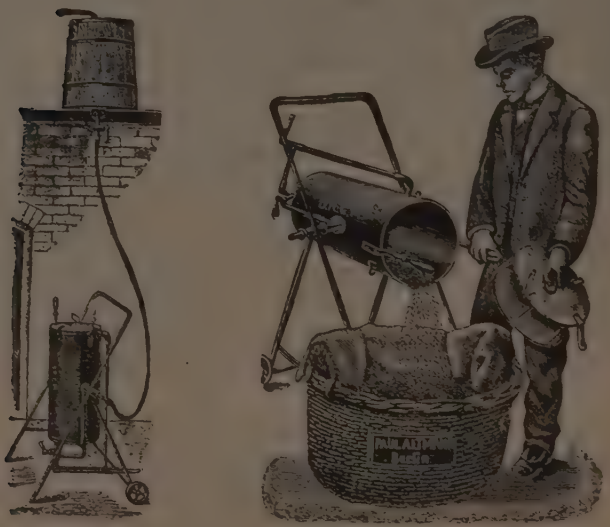
e) Heißwasserbehandlung. Siehe die Beschreibung S. 91. Zur Ausführung dieser Methode sind verschiedene Apparate konstruiert worden.

Ein solcher ist der von Appel und Gassner konstruierte, bei Paul Altmann in Berlin (Luisenstraße 47) angefertigte Getreide-Beizapparat.

Dieser Apparat besteht aus zwei Hauptteilen, dem Heißwasserbehälter und dem Beizzylinder. Als Wasser-

behälter kann ein gewöhnliches Holzfaß benutzt werden, das mindestens den doppelten Inhalt des Beizzylinders hat, z. B. 200 l.

Der Beizapparat besteht aus einem auf Rollen transportablen Gestell und dem in dasselbe eingehängten Zylinder. Dieser ist unten geschlossen. In seinem Inneren sind zwei Siebe vorhanden, von denen das untere dicht



a b

Fig. 150. Getreide-Beizapparat von Appel und Gaßner. a. Beizzylinder, oben mit Heißwasser-Behälter. — b. Ausschütten des gebeizten Getreides. (Nach O. Appel.)

über dem Boden sich befindet, während das obere etwa 20 cm unter dem Deckel und wie dieser herausnehmbar ist. Der Raum zwischen den beiden Sieben wird bei der Beizung mit Getreide gefüllt. An dem Zylinder befindet sich ein Zuführungs- und ein Ablaufrohr. Dieses mündet unterhalb des unteren, jenes über dem oberen Siebe ein.

Der Wasserbehälter wird etwa 4 cm hoch auf einen Wandabsatz oder ein besonderes Brett gestellt und mit dem Zulaufrohr des Zylinders durch einen Schlauch ver-

bunden. Der Behälter wird mit Wasser gefüllt, das durch eingeleiteten Dampf, wenn solcher zur Verfügung steht, auf 55° C erwärmt wird, oder es wird vorher erwärmtes Wasser im Behälter mit kaltem Wasser gemischt, bis die genannte Temperatur erreicht ist.

Die Handhabung des Apparats ist folgende: Das Getreide wird in den Zylinder oberhalb des unteren Siebes so eingefüllt, daß der Raum zwischen den beiden Sieben angefüllt ist; dann wird der Deckel nebst dem oberen Sieb eingesetzt. Der Zulaufhahn wird geöffnet, das genügend warme Wasser fließt in den Zylinder von unten her ein und strömt durch das Überlaufrohr ab. Beim Abfluß ist die Temperatur anfangs bedeutend gesunken. Schon nach etwa 2 Minuten ist jedoch, nachdem eine Wassermenge verbraucht worden ist, die etwa das 1½fache des Getreidevolumens beträgt, die Temperatur des ablaufenden Wassers dieselbe (55°) geworden, wie die des einströmenden. Sobald dies eintrifft, wird der Zulaufhahn und der Apparat auf 5—10 Minuten sich selbst überlassen. Nach Verlauf dieser Zeit läßt man, um einer schädlichen Nachwirkung der Erwärmung vorzubeugen, durch den Zulaufhahn kaltes Wasser aus der Wasserleitung oder einem besonderen Gefäß durchströmen. Nach ein paar Minuten, wenn die Temperatur des abfließenden Wassers auf diejenige des kalten, einströmenden Wassers gegesunken ist, wird der Zulaufhahn wieder geschlossen und das Wasser abgezapft. Danach wird der Deckel mit dem oberen Sieb abgenommen und durch Kippen des Zylinders das Getreide in einen Korb eingeschüttet und dann zum Trocknen ausgebreitet.

Die ganze Behandlung nimmt 12—15 Minuten in Anspruch. In einer Stunde kann man vier Behandlungen ausführen.

f) Beizung mit Uspulun. Siehe die Beschreibung S. 91.
g) Beizung mit Germisan. Siehe die Beschreibung S. 92.
h) Beizung mit Weizenfusariol. Siehe die Beschreibung S. 93.
i) Trockenbeizung. Siehe die Beschreibung S. 93.

### b) Therapeutische Maßregeln.

Wenn es sich darum handelt, schon ausgebrochene Krankheiten des wachsenden Getreides, der Wurzelgewächse oder der Futterpflanzen zu unterdrücken, so ist es nicht möglich, jedes einzelne Individuum in Pflege zu nehmen, wie man es zuweilen mit kranken Bäumen oder Sträuchern in einem Garten tun kann. Es bleibt vielmehr nichts anderes übrig, als große Pflanzbestände, vielleicht ganze Felder, mit ein und demselben pilztötenden Stoff, sog. Fungizid, zu behandeln. Die dabei in Frage kommenden Fungizide sind wesentlich folgende:

## 1. Pilztötende Pulver.

a) *Fein pulverisierter Schwefel.* Wenn der Schwefel über die erkrankten Pflanzen bei heiterer, ruhiger und warmer Witterung — Temperatur nicht unter 20° C — verstäubt wird, entsteht schweflige Säure, ein Gas, das die Eigenschaft besitzt, oberflächlich wachsende Pilzmycelien, wie die der Meltaupilze, in ihrer weiteren Entwicklung zu unterdrücken. Der zu verwendende Schwefel muß möglichst rein und fein gemahlen sein. Das Pulver haftet dann besser und reichlicher an den bestäubten Pflanzen, die chemische Umsetzung wird lebhafter und die pilztötende Wirkung größer. Dieses Mittel wurde zuerst in den 50er Jahren des vorigen Jahrhunderts in Süd-Europa zur Bekämpfung des Meltaues des Weinstockes in ausgedehntem Maße benutzt. Es ist auch gegen andere Arten von Meltau, wie gegen Erbsenmeltau, verwendet worden und ist heute noch das gebräuchlichste Kampfmittel gegen Rosenmeltau in Gewächshäusern.

b) *Sulfosteatit* ist ein anderes, fein zerteiltes Pulver, das in derselben Weise wie der Schwefel verwertet worden ist. Es besteht aus 10 % Kupfervitriol und 90 % Speckstein. Das Kupfersalz soll der pilztötende Bestandteil sein; der Talk dagegen soll bewirken, daß das Pulver an den bestäubten Pflanzenteilen besser haftet. Dieses Mittel wurde 1890 durch die Firma Jean Souheur in Antwerpen in den Handel gebracht. — Ein ähnliches Mittel ist unter dem Namen „Fostit“ empfohlen und verbreitet worden.

c) *Kupferschwefelkalkpulver* besteht aus 10 % Kupfervitriol, 3 % Kalk, 50 % Schwefelblüte und 37 % Steinkohlenstaub.

Dieses Pulver wird als ein Universalmittel gegen zahlreiche Weinkrankheiten empfohlen.

d) *Skavrindsky-Pulver* enthält 40 % Kupfervitriol, 6 % Kalk und 54 % Steinkohlenstaub.

Verschiedene Sorten von Pulver-Zerstäubern, Hand-, Tornister- und fahrbaren Blasebälgen, sind konstruiert worden. Ein guter Apparat ist Holder's „Tip-Top", der von der Spritzenfabrik Gebrüder Holder, Metzingen in Wttbg. verkauft wird. Schwefelpulver wird von der Firma „Agrikultur-Abteilung der Schwefelproduzenten" in Hamburg geliefert.

## 2. Pilztötende Flüssigkeiten.

Flüssige Fungiziden kamen in größerer Ausdehnung zuerst in Frankreich in den 80er Jahren des vorigen Jahrhunderts gegen

Fig. 151. Zubereitung der Bordeaux-Brühe. 1. Gefäß für Kalkmilch. — 2. Gefäß für Kupfervitriollösung. — 3. Gefäß für die Mischung. (Nach B. T. Galloway.)

Krankheiten des Weinstocks zur Verwendung. Bald darnach wurden sie auch in anderen Ländern, besonders in England und Nordamerika geprüft, und namentlich infolge der im letzterem Lande ausgeführten, sehr umfassenden Versuche sind diese Mittel bei vielen verschiedenen Krankheiten allgemein angewendet worden.

Die wichtigsten dieser Kampfmittel dürften die folgenden sein:

a) *Kupferkalk-Brühe (Bordeaux-Brühe* oder *Bordeaux-Lösung).* Zur Herstellung einer einprozentigen Bordeaux-Brühe wird 1 kg Kupfervitriol abgewogen. Beim Einkauf des Kupfervitriols ist darauf zu achten, daß man große, schön klarblaue Kristalle, kein feines Pulver, bekommt. Der abgewogene Vitriol wird in ein Säckchen aus weitmaschigem Stoff gelegt, und das Säckchen in ein 50 l Wasser enthaltendes Gefäß eingesenkt. Das Gefäß darf nicht aus Metall, sondern muß aus Holz sein, und

Fig. 152. Automax-Spritze, mit zwei Verstäubern in Betrieb. (Carl Platz, Ludwigshafen a. Rh.)

man rühre mit Holz- oder Glasstab um. Die Auflösung des Kupfersalzes nimmt je nach der Temperatur des Wassers eine Zeit von 12—24 Stunden in Anspruch. Sie wird beschleunigt, wenn man das Säckchen von Zeit zu Zeit in der Flüssigkeit hin und her schwenkt.

Gleichzeitig wird in einem anderen Gefäß eine gleich große Menge Kalkmilch zubereitet. Man verfährt dabei in der Weise, daß man 1 kg frischgebrannten Kalk zuerst mit Wasser leicht bespritzt und darauf mit etwas mehr Wasser ausrührt, bis man eine weiße, breiartige Maße bekommt, die allmählich weiter

verdünnt wird, bis für die ganze Saat 50 l Wasser verwendet worden sind. Die Kalkmilch wird dann, zum Entfernen von beigemischten, gröberen, ungelösten Körnern oder Steinchen durch ein Seihtuch oder Sieb gegossen.

Die beiden Lösungen werden darnach mittelst gleichstarker Güsse miteinander gemischt. Die jetzt fertige Bordeaux-Brühe, — so genannt, weil sie zuerst in den Weingärten unweit Bordeaux zur Verwendung kam (Millardet, 1885) — muß eine schön blaue, nicht grüne Farbe haben, rotes Lackmuspapier (in Apotheken erhältlich) blau färben und beim Stehenlassen (in einem

Fig. 153. Fortschritt-Spritze mit zehn Verstäubern in Betrieb. (Carl Platz, Ludwigshafen a. Rh.)

schmalen, hohen Glasgefäß) am Boden einen blauen Niederschlag mit einer wasserklaren Flüssigkeit darüber, absetzen. Zeigt sich die Flüssigkeit oberhalb des Bodensatzes nicht farblos, sondern blau, so muß mehr Kalk zugesetzt werden. Ein geringer Überschuß an Kalk schadet nicht. Dahingegen wird ein Überschuß an Kupfervitriol — eine saure Lösung — im allgemeinen für schädlich gehalten, weil dadurch bisweilen angeätzte, abgestorbene Flecken an den bespritzten Pflanzen entstehen.

Da nicht die klare Flüssigkeit, sondern der darin fein verteilte Niederschlag der wirksame Teil ist, muß man die Lösung vor dem Einfüllen in die Spritze gut umrühren. Pilzmycelien, die von dem Niederschlag getroffen werden, sterben ab, und Sporen, die am Keimen sind, werden in ihrer Keimung verhindert. Das

Spritzen soll man bei trockener Witterung vornehmen. Kommt ein starker Reger, der die Spritzflüssigkeit vor dem Eintrocknen fortspült, spritze man noch einmal.

Um die Haftfähigkeit der Bordeaux-Brühe zu erhöhen, hat man der Brühe verschiedene Substanzen zugesetzt, wie Zukker, Harz, Gummi und Kasein. Für das letztgenannte Mittel wird neuerdings aus Frankreich (Vermorel u. Dauthony, 1919) folgendes Rezept gegeben: In einem Liter Wasser werden 100 g käufliches Kaseinpulver durch längeres Rühren gründlich verteilt und sodann ohne Unterbrechung des Rührens ein l Kalkmilch (ca. 100 g Kalk auf 1 l Wasser) damit gemischt. In wenigen Sekunden ist das Kasein aufgelöst, und zu 100 l frisch hergestellter Bordeaux-Brühe wird dann 1 l dieser Kaseinlösung zusetzt (Müller-Thurgau, 1919).

Fig. 154. Tragbare Holderspritze.

Am sichersten ist es, frisch zubereitete Bordeaux-Lösung anzuwenden. Die Lösung verliert nämlich bei Aufbewahrung leicht ihre pilztötende Eigenschaft. In jüngerer Zeit sind indessen erfolgreiche Versuche angestellt worden, durch Zusatz von konservierenden Stoffen die Haltbarkeit der Flüssigkeit zu erhöhen. Man hat dabei besonders Zucker benutzt, und es hat sich gezeigt, daß für 1 hl einer neutralen oder schwach alkalischen Lösung ein Zusatz von 10—20 g Zucker genügt, um die Lösung ein ganzes Jahr in brauchbarem Zustande zu halten. Dadurch kann der Landwirt die für den Jahrgang erforderliche Brühe im Frühjahre herstellen und dieselbe den ganzen Sommer über in einem geeigneten Gefäß vorrätig halten. Sicherheitshalber sind jedoch, namentlich bei stärkeren, 2—3 %igen Lösungen für die genannte Flüssigkeitsmenge 30—50 g Zucker zu berechnen. Der Zucker wird der fertigen Lösung innerhalb 24 Stunden nach der Zubereitung zugesetzt.

Wenn man, anstatt der in der jetzt beschriebenen Weise zubereiteten, 1%igen Bordeaux-Lösung eine ½-, 2- oder 3-%ige Lösung benutzen will, nimmt man zu der oben erwähnten Was-

sermenge (50 + 50 l) ½, 2 oder 3 kg sowohl von dem Kupfervitriol als vom Kalk.

Andere zu demselben Zweck wie die Bordeaux-Lösung benutzte Lösungen sind *Kupferkarbonat*-Lösung, *Kupferkarbonat-Ammoniak*-Lösung, *Schwefelleber*-Lösung u. a. Diese sind aber hauptsächlich gegen verschiedene Krankheiten an Gartengewächsen in Anwendung gebracht worden und können deshalb hier übergangen werden.

Zur Ausführung der Bespritzungen sind eine Menge Apparate, kleinere wie größere, konstruiert worden. Einige der besten Tornisterspritzen dürften die von der Firma Gebr. Holder in Metzingen hergestellten Pflanzenspritzen, sowie die „Automax" sein, die von der Firma Carl Platz, Ludwigshafen a. Rh. geliefert wird. Die fahrbare Spritze „Fortschritt", mit 10 Verstäubern und einer Sprengbreite von 4 m, wird auf einen gewöhnlichen zweiräderigen Wagen gestellt. Sie faßt etwa 225 l.

# E.

# Uebersicht der wichtigsten Pilzkrankheiten der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen, geordnet nach den Wirtspflanzen.

## 1. Getreide und Gräser.

### Weizen, *Triticum vulgare*.

**A. An Sprossen.**

a) Spinngewebeartiges Fadennetz, zur Zeit der Schneeschmelze über die Pflänzchen ausgebreitet: Schneeschimmel, *Calonectria graminicola (Fusarium nivale)* . . . . . Seite 160

b) Kleine rotbraune, harte Sklerotien an den Blättern bei der Schneeschmelze: Typhula-Fäule, *Typhula graminum* . . . . . 150

**B. An Ähren.**

a) Körner mit einer braunschwarzen, übelriechenden Staubmasse gefüllt: Steinbrand, *Tilletia Tritici* und *T. laevis* . . . . . 84

b) Ährchen in eine schwarze, vom Winde bald fortgewehte Staubmasse umgewandelt: Flugbrand, *Ustilago Tritici* . . . . . 95

c) Ähren zum Teil eingeschnürt, leer und schwarz: *Dilophia graminis* . . . . . 187

d) Körner rosenrot, runzelig, oft hohl: Rotkörnigkeit, *Micrococcus Tritici* . . . . . 34

e) An den Spelzen schwarze Streifen, schließlich so auch an anderen Pflanzenteilen: Schwarzspelzigkeit, *Bacterium translucens* u. a. . . . . 34

f) An Körnern und Spelzen ausgedehnte, rötliche Mycelüberzüge: *Gibberalla saubinetii* . . . . . 163

Seite

g) Spelzen und Körner mit fleischigem, lachs- oder ziegelroten Pilzüberzuge: Fusariose, *Fusarium nivale* u. a. . . . . 236

h) Spelzen mit braunen, schwarz punktierten Flecken: *Leptosphaeria exitialis (Phoma Hennebergii)* . . 196

i) Ähren blaugrün, angeschwollen, bisweilen vergrünend: *Sclerospora macrospora* . . . . . 80

C. An Blättern und Stengeln.

a) Halm verbildet, mit langen, weißen bis grauen Streifen, gefüllt mit schwarzem Sporenstaub: *Urocystis Tritici* . . . . . 111

b) Blasse Flecken mit kleinen, oft reihenweise geordneten, schwarzen Punkten: *Septoria Tritici* und *Ascochyta graminicola* . . . . . 222, 224

c) Schwarze Punkte an den Blattscheiden (gegen das Licht gehalten deutlich sichtbar): *Leptosphaeria Tritici* . . . . . 195

d) Lange, blasse, braun punktierte Streifen an Blättern und Scheiden: *Mycosphaerella exitialis* und *M. brassicicola* . . . . . 181, 180

e) Halm unten geknickt, umfallend, unteres Halmglied innerhalb der Blattscheide braun, bisweilen von Pilzfäden schwarz überzogen: (Halmbrecher) *Leptosphaeria herpotrichoides;* — und unterstes Halmglied innerhalb der Blattscheide und auch die Wurzeln mit Pilzfäden schwarz überzogen: (Halmtöter), *Ophiobolus herpotrichus:* Fußkrankheit . . . . . 182

f) Pflanzen vergilbend; Halme, Blätter und Scheiden mit graubrauner, von einem Filz aus wasserhellen Fäden bedeckten Flecken: *Gibellina cerealis* . . . 188

D. An allen oberirdischen Teilen.

a) Lange, rotbraune, zusammenfließende, schließlich schwarze, mit Staubmasse gefüllte Wundstreifen, meist an Scheiden und Halmen, zuweilen auch an der Außenseite der Spelzen: Schwarzrost, *Puccinia graminis* . . . . . 118

b) Kurze, braune, verstreute, staubgefüllte Pusteln, meist an der Blattoberseite; zuletzt kurze, schwarze, gedeckte Flecken an der Blattunterseite und an den Scheiden: Braunrost, *Puccinia triticina* . .

c) Kleine, zitronengelbe, reihenweise geordnete, staubgefüllte Pusteln, meist an der Blattoberseite; schließlich kleine, schwarze, reihenweise gruppierte, gedeckte Punkte, besonders an den Scheiden, mitunter 128

auch an der Innenseite der Spelzen und in der Kornwand: Gelbrost, *Puccinia glumarum* . . . Seite 129

d) Flecken von grauem oder weißem, filzartigen Überzug, mit eingebetteten, schwarzen Punkten: Meltau, *Erysiphe graminis* . . . . . 155

e) Grauschwarzer, staubartiger Überzug über die ganze Pflanze, namentlich auf den Ähren, zuweilen auch auf den Körnern; das Wachstum hört früh auf: Schwärze, *Mycosphaerella Tulasnii (Cladosporium herbarum)* . . . . . 172

f) Pflanzen hören zu wachsen auf; Blätter vergilben; Körner schrumpfen ein: *Pyroctonum sphaericum* . . 55

g) Kurze, getrennte, braune Flecken an der Blattseite: *Helminthosporium sativum* . . . . . 195

**Roggen, *Secale cereale.***

A. An Sprossen.

Schneeschimmel, *Calonectria graminicola. (Fusarium nivale).* Siehe Weizen A, a . . . . . 160

B. An Ähren.

a) Steinbrand, *Tilletia Secalis.* Siehe Weizen, B, a . . 94

b) Zuerst die ganze Ähre von einem klebrigen, süßlichen Schleim („Honigtau") überzogen, später einzelne Körner zu langen hornartigen, violetten, im Inneren weißen Sklerotien auswachsend: Mutterkorn, *Claviceps purpurea* . . . . . 166

c) *Gibberella saubinetii.* Siehe Weizen, B, f. . . . 163

d) Weißliche, kissenförmige Polster von Konidienträgern an von Schwärze befallenen Körnern: *Stromatinia temulenta* . . . . . 175

e) Fusariose, *Fusarium avenaceum* u. a. Siehe Weizen, B, g . . . . . 236

C. An Blättern und Stengeln.

a) *Leptosphaeria Tritici.* Siehe Weizen, C, c . . . . 195

b) Fußkrankheit, *Leptosphaeria herpotrichoides* und *Ophiobolus herpotrichus.* Siehe Weizen, C, e 182

c) *Mycosphaerella exitialis* und *M. brassicicola.* Siehe Weizen, C, d . . . . . 181, 180

d) Blätter mit langen, grauweißen, braun umsäumten Flecken: *Marssonina Secalis* . . . . . 225

e) *Helminthosporium sativum.* Siehe Weizen, D, g . . 195

D. An allen oberirdischen Teilen.

Seite

a) Halm verbildet, mit langen, bleigrauen Streifen, gefüllt mit schwarzem Sporenstaub; Ähren leer: Stengelbrand, *Urocystis occulta* . . . . . 110
b) Schwarzrost, *Puccinia graminis*. S. Weizen, D, a 118
c) Braunrost, *Puccinia dispersa*. S. Weizen, D, b 127
d) Gelbrost, *Puccinia glumarum*. S. Weizen, D, c 129
e) Meltau, *Erysiphe graminis*. S. Weizen, D, d 155
f) Schwärze, *Mycosphaerella Tulasnei (Cladosporium herbarum)*. Siehe Weizen, D, e . . . . . 172

**Gerste**, *Hordeum sativum.*

A. An Keimpflanzen.

a) Pflanzen blaß, schlaff, umfallend, unten braun: Keimlingsbrand, *Pythium de Baryanum* . . 57
b) Typhula-Fäule, *Typhula graminum*. Siehe Weizen A, b . . . . . 150

B. An Ähren.

a) Steinbrand, *Tilletia Pancicii*. S. Weizen, B, a 94
b) Flugbrand, *Ustilago nuda*. Siehe Weizen, B, b 97
c) Körner schwarzgrau, mit schwarzem Sporenstaub gefüllt; das silbergraue Häutchen des Korns geschlossen, schließlich nur teilweise berstend: Hartbrand, *Ustilago Hordei* . . . . . 99
d) Mutterkorn, *Claviceps purpurea*. S. Roggen, B, b 166
e) *Gibberella saubinetii*. Siehe Weizen, B, f . . . 163
f) Rotkörnigkeit, *Micrococcus Tritici*. Siehe Weizen, B, d . . . . . 34
g) Fusariose, *Fusarium avenaceum* u. a. Siehe Weizen, B, g . . . . . 236

C. An Blättern und Stengeln.

a) *Mycosphaerella exitialis* und *M. basicola*. Siehe Weizen, C, d . . . . . 181
b) *Marssonina Secalis*. Siehe Roggen, C, d . . . . 225
c) *Septoria Passerini*. Siehe Weizen, C, b . . . . 223
d) Fußkrankheit, *Leptosphaeria herpotrichoides* und *Ophiobolus herpotrichus*. Siehe Weizen, C, e 182
e) Blätter mit länglichen, dunkelbraunen Flecken; Pflanzen und Ähren nicht verbildet: Braunfleckigkeit, *Pyrenophora teres (Helminthosporium teres)* . . . . . 193
f) *Helminthosporium sativum* . . . . . 195

D. An allen oberirdischen Teilen. Seite

a) Schwarzrost, *Puccinia graminis*. S. Weizen, D, a 118

b) Gelbrost, *Puccinia glumarum*. S. Weizen, D, b 129

c) Äußerst kleine, gelbe, verstreute, staubgefüllte Pusteln, besonders an der Blattoberseite; schließlich schwarze, gedeckte, unterbrochene Streifen, namentlich an den Scheiden: Zwergrost, *Puccinia simplex* . . . . . 138

d) *Leptosphaeria Tritici*. Siehe Weizen, C, c . . . 195

**Hafer**, *Avena sativa*.

A. An Rispen.

a) Flugbrand, *Ustilago avenae*. S. Weizen, B, b 101

b) Hartbrand, *Ustilago Kolleri*. Siehe Gerste, B, e 103

c) Fusariose, *Fusarium avenaceum* u. a. Siehe Weizen, B, g . . . . . 236

B. An Blättern und Stengeln.

a) *Septoria Tritici*. Siehe Weizen, C, b . . . . . 222

b) Gelbbraune, schließlich fast weiße, lange Blattflecken mit kleinen, schwarzen, reihenweise geordneten Punkten; Rispe zum Teil leer: Grauflekkigkeit . . . . . 246

c) Blätter mit länglichen, braunen, oft rotgesäumten Flecken: *Helminthosporium Avenae* . . . . . 195

d) *Leptosphaeria Tritici*. Siehe Weizen, C, c . . . . 195

C. An allen oberirdischen Teilen.

a) Schwarzrost, *Puccinia graminis*. S. Weizen D, a 118

b) Langgezogene oder kürzere, orangegelbe, oft gruppenweise geordnete, staubgefüllte Pusteln; die Pustelgruppe zuletzt von einem Kreis kleiner, schwarzer, gedeckter Flecken umgeben: Kronenrost, *Puccinia coronifera* . . . . . 135

c) Meltau, *Erysiphe graminis*. Siehe Weizen, D, d 155

**Mais**, *Zea Mays*.

A. An Blättern.

a) Blätter beiderseits mit langen, braunen Uredopusteln, die bald von schwarzen, lange bedeckten Streifen von Wintersporen begleitet werden: Maisrost, *Puccinia Maydis* . . . . . 139

b) Flecken: *Ascochyta Zeina* . . . . . 224

B. An Blütenständen oder Körnern.

Seite

a) Vergrünung im männlichen Blütenstand: *Sclerospora macrospora* . . . . . 80

b) Kolbenspindel befallen, infolgedessen viele Körner verkümmert: Brand: *Ustilago Fischeri* . . . . . 106

c) Körner befallen, zerstört: Brand, *Ustilago Reiliana* . . . . . 106

d) *Gibberella saubinetii.* Siehe Weizen, B, f . . . 163

e) Kolbenspindel verkümmert; Kornbildung mehr oder weniger unterdrückt; tote Partien von einem spinngewebeartigen Pilzfadennetz bedeckt: *Fusarium maydiperdum* . . . . . 238

f) Körner mit grünen Flecken oder Ringen: *Chromosporium Maydis* . . . . . 225

C. An der ganzen Pflanze.

a) Die Pflanzen hören zu wachsen auf und vergilben; an Blattscheiden und Stengeln entstehen später braune Flecken, desgl. an den Wurzeln, die eine schleimige Masse enthalten und absterben: Bakteriose, *Bacillus Zeae* . . . . . 35

b) Blätter, später auch Stengel befallen; Gefäße des Stengels einen gelben Schleim enthaltend: Bakteriose, *Pseudomonas Stewarti* . . . . . 35

c) Maiskörner gruppenweise in große, staubgefüllte Brandkörner umgewandelt, die zusammen eine beulenartige Geschwulst bilden; Stengel und Blätter mit Geschwülsten oder Pusteln; auch männliche Blütenstände und Wurzeln befallen: Beulenbrand, *Ustilago Maydis* . . . . . 103

**Rispenhirse**, *Panicum miliaceum, P. Crus-Galli* u. a.

A. An Blütenständen und Stengeln.

Rispe und oft auch Stengel unterhalb derselben zerstört, brandig: Brand, *Ustilago Rabenhorstiana* 107

B. An Blütenständen.

a) Blütenstaub in ein kolbenähnliches, von der jüngsten Blattscheide umschlossenes Gebilde umgewandelt, das eine schwarze Staubmasse enthält: Staubbrand, *Ustilago Panici-miliacei* . . . . . 107

b) Nur die Blüten befallen, brandig: Brand: *Ustilago Digitariae* . . . . . 107

**Mohrenhirse**, *Sorghum vulgare* und *S. saccharatum.*

A. An Blättern.

Flecken: *Ascochyta sorghina* . . . . . 224

B. An Blüten.

Seite

a) Fruchtknoten zu langen hornähnlichen, von einer dicken Haut umschlossenen, mit braunem Staub gefüllten Brandkörnern auswachsend: Staubbrand, *Ustilago Sorghi* . . . . . 106

b) Brandkörner furchig-grubig, von einem grauen Häutchen umschlossen, sonst wie a): *Ustilago bulgarica* 106

c) Sämtliche Rispenteile angegriffen; meist braunrote Auswüchse an den Blütenstielen; bisweilen die ganze Rispe stark verkümmert und verbildet: *Ustilago cruenta* . . . . . 106

C. An der ganzen Pflanze.

Erst gelbe, dann rote Flecken an den Blättern und in den Inflorescensen, oft der ganze Stengel mit Flecken überdeckt: Bakteriose, *Bacillus Sorghi* 35

**Kolbenhirse**, *Setaria italica, S. viridis, S. germanica* u. a.

A. An Blättern.

Blätter stark verdickt, eingerollt, mit spärlichem Schimmel bedeckt; das Innere der Verdickungen schließlich als braune Staubmasse entleert: *Sclerospora graminicola* var. *Setariae-italicae* . . . . 80

B. An Körnern.

Körner mit schwarzem Sporenstaub gefüllt: Brand, *Ustilago Crameri* . . . . . 107

**Timotheegras**, *Phleum pratense.*

a) Halm und Blätter mit langgezogenen, aufplatzenden Wundstreifen, die braunschwarze Staubmassen enthalten: Brand, *Tilletia striaeformis* . . . . . 94

b) Kürzere oder längere, rotbraune, zuletzt teilweise schwarze, staubgefüllte Pusteln, meist an Scheiden und Halmen: *Puccinia Phlei-pratensis* . . . . . 126

c) Weißgrauer, später goldgelber Überzug an der obersten, angeschwollenen Scheide des Halmes: Kolbenpilz, *Epichloë typhina* . . . . . 164

d) Graufleckigkeit. Siehe Hafer, B, b . . . . . 246

e) Blattspreite mit länglichen, rotbraunen, öfters gelb umsäumten, in der Mitte kreideweißen Flecken: *Dilophia graminis.* Siehe Weizen, B, e . . . . . 187

f) Mutterkorn, *Claviceps purpurea.* S. Roggen B, b 166

**Knaulgras**, *Dactylis glomerata.*


| | Seite |
|---|---|
| a) Brand, *Tilletia striaeformis.* Siehe Timotheegras, a | 94 |
| b) Schwarzrost, *Puccinia graminis.* S. Weizen, D, a | 118 |
| c) Kurze, verstreute, braungelbe, zuletzt schwarze, längliche, allmählich berstende Flecken auf Blättern und Halmen: Kronenrost, *Puccinia coronata* | 137 |
| d) Dicht sitzende, gelbe, später schwarze Punkte an Blättern und Scheiden: Rost, *Uromyces Dactylidis* | 147 |
| e) Meltau, *Erysiphe graminis.* Siehe Weizen, D, d | 155 |
| f) Kolbenpilz, *Epichloë typhina.* Siehe Timotheegras, b | 164 |
| g) Mutterkorn, *Claviceps purpurea.* S. Roggen, B, b | 166 |
| h) Braune Warzen an den obersten Rispenzweigen: *Gloeosporium Dactylidis* | 225 |
| i) *Dilophia graminis.* Siehe Timotheegras, e | 187 |
| k) Bakteriose, *Aplanobactes Rathyi* | 35 |
| l) Langgezogene, graue Streifen mit schwarzen Pünktchen: *Mycosphaerella recutita* | 182 |
| m) Blätter mit länglichen, schwarzen, etwas glänzenden Flecken, vergilbend, abwelkend: *Phyllachora graminis* | 171 |


**Kammgras**, *Cynosurus cristatus.*


| | |
|---|---|
| Graufleckigkeit. Siehe Hafer, B, b. | 246 |


**Wiesenfuchsschwanz**, *Alopecurus pratensis.*


| | |
|---|---|
| a) Schwarzrost, *Puccinia graminis.* S. Weizen, D, a | 118 |
| b) Kronenrost, *Puccinia coronifera.* Siehe Hafer, C, b | 135 |


**Raygras**, *Lolium perenne, L. multiflorum, L. temulentum.*


| | |
|---|---|
| a) Steinbrand, *Tilletia Lolii.* Siehe Weizen, B, a | 94 |
| b) *Urocystis Bolivari* | 111 |
| c) Schwarzrost, *Puccinia graminis.* S. Weizen, D, a | 118 |
| d) Kronenrost, *Puccinia coronifera.* S. Hafer, C, b | 135 |
| e) *Typhula graminum.* Siehe Weizen, A, b | 150 |
| f) Meltau, *Erysiphe graminis.* Siehe Weizen, D, d | 155 |
| g) Mutterkorn, *Claviceps purpurea.* S. Roggen, B, b | 166 |
| h) *Septoria Tritici.* Siehe Weizen, C, b | 222 |
| i) Kleine, braune Flecken an den Blättern: *Gloeosporium graminum* | 225 |
| k) Steriles Mycelium der Kornwand: *Stromatinia temulenta* | 175 |

**Strandhafer**, *Elymus arenarius.*


a) Braunschwarzer Überzug an Halmen und Blattscheiden: Brand, *Ustilago Hypodytes* . . . . . Seite 108
b) Schwarzrost, *Puccinia graminis.* S. Weizen, D, a 118


**Wiesenschwingel**, *Festuca elatior.*


a) Brand, *Tilletia striaeformis.* S. Timotheegras, a 94
b) *Puccinia Phlei-pratensis.* Siehe Timotheegras, b . . 126
c) Kronenrost, *Puccinia coronifera.* S. Hafer, C, b 135
d) Mutterkorn, *Claviceps purpurea.* S. Roggen, B, b 166


**Rohrschwingel**, *Festuca arundinacea.*


Mutterkorn, *Claviceps purpurea.* S. Roggen, B, b 166


**Trespe**, *Bromus arvensis, B. mollis* u. a.


a) Flugbrand, *Ustilago bromivora.* S. Weizen, B, b 108
b) Braunrost, *Puccinia bromina.* S. Weizen, B, b 129
c) Kronenrost, *Puccinia coronifera.* S. Hafer, C, b 135
d) Meltau, *Erysiphe graminis.* Siehe Weizen, D, d 155
e) Kolbenpilz, *Epichloë typhina.* S. Timotheegras, b 164
f) *Septoria Bromi.* Siehe Weizen, C, b 222
g) *Helminthosporium Bromi* . . . . . 195


**Rispengras**, *Poa pratensis, P. compressa, P. trivialis, P. nemoralis.*


a) *Tilletia striaeformis.* Siehe Timotheegras, a . . . 94
b) Schwarzrost, *Puccinia graminis.* S. Weizen, D, a 118
c) Kleine, gelbe, verstreute, staubgefüllte Pusteln, meist an der Blattoberseite, später schwarze, gedeckte Punkte, besonders an der Blattunterseite: Rost, *Puccinia Poarum* und *Uromyces Poae* . . . . . 141, 147
d) An der Blattoberseite zahlreiche, oft dicht gedrängte, langgezogene Uredopusteln; Teleutohäufchen an der unteren Blattfläche, oft in großen Krusten gesammelt: Rost, *Puccinia Poae-alpinae* . . . . . 141
e) Meltau, *Erysiphe graminis.* Siehe Weizen, D, d 155
f) Kolbenpilz, *Epichloë typhina.* Siehe Timotheegras, b . . . . . 161
g) Mutterkorn, *Claviceps purpurea.* S. Roggen, B, b 166
h) *Leptosphaeria exitialis.* Siehe Weizen, B, h . . . 196


**Süssgras**, *Glyceria aquatica.*


a) Blätter mit langen, berstenden Wundstreifen, die mit braunschwarzem Staub gefüllt sind: Brand, *Ustilago longissima* . . . . . 108
b) Kronenrost, *Puccinia coronifera.* S. Hafer, C, b 135

**Mannagras**, *Glyceria fluitans*. Seite

a) Brand, *Ustilago hypodytes*. Siehe Strandhafer, a 108
b) Kronenrost, *Puccinia coronifera*. S. Hafer, C, b 135

**Französisches Raygras**, *Avena elatior*.

a) Flugbrand, *Ustilago perennans*. S. Weizen, B, b 108
b) Schwarzrost, *Puccinia graminis*. S. Weizen, D, a 118
c) An der Blattoberseite kleine, runde, gelbe Uredoflecken; an der Blattunterseite spärliche, schwarze Teleutoflecken: Hexenbesenrost der Berberitze, *Puccinia Arrhenatheri* . . . . . 139
d) Meltau, *Erysiphe graminis*. Siehe Weizen, D, d 155
e) Mutterkorn, *Claviceps purpurea*. S. Roggen, B, b 166
f) Graufleckigkeit. Siehe Hafer, B, b . . . 246

**Goldhafer**, *Trisetum flavescens*.

Rost, *Puccinia Triseti* . . . . . 129

**Straussgras**, *Agrostis vulgaris, A. stolonifera* u a.

a) Steinbrand, *Tilletia decipiens*. S. Weizen, B, a 94
b) Schwarzrost, *Puccinia graminis*. S. Weizen, D, a 118
c) Kronenrost, *Puccinia coronata*. Siehe Knaulgras, c . . . . . 137
d) Kolbenpilz, *Epichloë typhina*. Siehe Thimotheegras, b . . . . . 164
e) *Phyllachora graminis*. Siehe Knaulgras, l . . . . 171

**Schilf**, *Calamagrostis arundinacea, C. lanceolata, C. epigeios* u. a.

a) Schwarzrost, *Puccinia graminis*. S. Weizen, D, a 118
b) Kronenrost, *Puccinia coronifera*. Siehe Hafer, C, b; und *P. coronata*. Siehe Knaulgras, c . . . 135
c) Kolbenpilz, *Epichloë typhina*. Siehe Thimotheegras b . . . . . 137
d) Mutterkorn, *Claviceps purpurea*. S. Roggen, B, b 166

**Flattergras**, *Milium effusum*.

a) *Tilletia striaeformis*. Siehe Timotheegras, a . . . 94
b) Schwarzrost, *Puccinia graminis*. S. Weizen, D, a 118
c) Kleine, rotgelbe, staubgefüllte, mit hellen Kreisen umgebene Pusteln, meist an der Blattoberseite; nachher schwarze, bedeckte Punkte an der Unterseite: Rost, *Puccinia Milii* . . . . . 141
d) Kolbenpilz, *Epichloë typhina*. Siehe Thimotheegras, b . . . . . 164

Seite
e) Mutterkorn, *Claviceps purpurea*. S. Roggen, B, b 166
f) Graufleckigkeit. Siehe Hafer, B, b . . . 246

**Honiggras**, *Holous mollis, H. lanatus.*
a) Steinbrand, *Tilletia Holci*. Siehe Weizen, B, a 94
b) *Tilletia striaeformis*. Siehe Timotheegras, a . . . 94
c) Kronenrost, *Puccinea coronifera*. Siehe Hafer, C, b; und *P. coronata*. Siehe Knaulgras, c . . . 135, 137
d) Rotgelbe, staubgefüllte Pusteln an den Blättern; nachher schwarze, gedeckte Streifen an den Blattscheiden: Rost, *Puccinia holcina* . . . . . 129
e) Kolbenpilz, *Epichloë typhina*. Siehe Thimotheegras, b . . . . . 164

**Rasenschmiele**, *Aira caespitosa.*
a) Schwarzrost, *Puccinia graminis*. S. Weizen, D, a 118
b) Mutterkorn, *Claviceps purpurea*. S. Roggen, B, b 166
c) Fußkrankheit, *Leptosphaeria herpotrichoides* und *Ophiobolus herpotrichus*. Siehe Weizen, C, e 182

**Ruchgras**, *Anthoxanthum odoratum.*
a) Rost, *Puccinia Anthoxanthi*. Siehe Rispengras, c 141
b) Kolbenpilz, *Epichloë typhina*. Siehe Thimotheegras, b . . . . . 164
c) Mutterkorn, *Claviceps purpurea*. S. Roggen, B, b 166

**Rohrglanzgras**, *Phalaris arundinacea.*
a) Kronenrost, *Puccinia coronata*. Siehe Knaulgras, c . . . . . 137
b) Mutterkorn, *Claviceps purpurea*. S. Roggen B, b 166

**Schilfrohr**, *Phragmites communis.*
a) Bleistiftdicke, mit schwarzer Staubmasse gefüllte Anschwellungen an den obersten Stengelgliedern; Ähren nicht entwickelt: Brand, *Ustilago grandis*. . . . 108
b) Brand, *Ustilago Hypodytes*. Siehe Strandhafer, a 108
c) Anfangs braune, später schwarze, erhöhte, staubgefüllte Pusteln an Blättern und Rispenzweigen: Rost: *Puccinia Phragmitis* . . . . . 141
d) Sehr kleine, verstreute, braungelbe, schließlich schwarze, staubgefüllte Pusteln an den Blättern: Rost, *Puccinia Magnusiana* . . . . . 141
e) Mutterkorn, *Claviceps purpurea*. S. Roggen, B, b 166

**Verschiedene Grasarten.** Seite

a) Steinbrand, *Tilletia Hordei*. Siehe Weizen, B, a 94

b) Halme mit einer zuerst grauweißen, schließlich schwarzen Staubmasse überdeckt: *Physarum cinereum* 46

c) Das abgemähte Gras mit ausgedehnten, schneeweißen oder grauschwarzen Schleimmassen bedeckt: *Spumaria alba* . . . . . 47

## 2. Wurzelgewächse.

**Kartoffel, *Solanum tuberosum.***

### A. An Knollen und Wurzeln.

a) Knolle mit braunen Flecken im Inneren, verfaulend und übelriechend („Naßfäule") oder vertrocknend und hohl („Trockenfäule"); Schale bleibt unverändert: Knollenbakteriose, *Bacillus solaniperda* u. a. . . . . 12

b) Flecken an der Schale mit weißen oder blaßroten Pilzpolstern; Knolle verfaulend: Weißfäule, *Fusarium caeruleum* . . . . . 240

c) Knollen, Wurzelhals und Wurzeln mit großen, anfangs weißen, später dunkelbraunen Warzen: Krebs, *Synchytrium endobioticum* . . . . . 48

d) Kleine, vertiefte, oft von einem aufgebogenen Rand umgebene Flecken an der Oberfläche der Knolle: Schwammschorf, *Spongospora subterranea* . . 43

e) Rings um den Wurzelhals ein Filz von farblosen oder bräunlichen Fäden; Knollen mit zahlreichen, getrennten, zuletzt schwarzen Sklerotien: Filzkrankheit, *Hypochnus Solani (Rhizoctonia Solani)* . . . . . 148

f) An wachsenden Kartoffelknollen runde Flecken oder Warzen, in ringförmige Krusten angeordnet, von zackigen Ausstrahlungen umgeben: Ringelschorf, *Actinomyces aeruginosus* u. a. . . . . 234

g) Schale mit ausgedehnten, weißen bis violetten, schimmernden Flecken, an denen schwarze Punkte sichtbar sind: *Spondycladium atrovirens* . . . . 235

h) Im Inneren der Knollen braune, rundliche Flekken oder schmale Streifen: „Buntwerden" usw. 253

### B. An Stengeln und Blättern.

a) Am unteren Stengelteil, sowohl außen als innen, kleine, weiße, baumwollartige Warzen, die sich zu harten, wachsartigen Sklerotien entwickeln, bei deren

Keimung Apothecien entstehen; der Stengel bricht ab und fällt zur Seite: Sklerotium-Fäule, *Sclerotinia Sclerotiorum* . . . . . Seite 208

b) An jungen Stengeln langezogene, krustenartige Streifen; dichtes Netzwerk von Pilzfäden, die sich zu Sklerotien entwickeln, bei deren Keimung Botrytisbüschel entstehen: Botrytis-Fäule, *Botrytis cinerea* . . . . . 214

c) Blätter oberseits mit gelblichen, später braunschwarzen Flecken, unterseits mit grauviolettem Filz: Gelbfleckigkeit, *Cercospora concors* . . . . 229

d) Blätter mit schwarzbraunen, konzentrisch gefalteten, eintrocknenden Flecken, bald verwelkend, zuweilen gekräuselt: Dürrfleckigkeit, *Sporidesmium Solani varians* . . . . . 230

e) Schwarze Striche, den größeren Blattrippen entlang; die Blätter fallen schnell wie eine schwarze, schleimige Masse zu Boden: Schwarzrippigkeit 20

C. An der ganzen Pflanze.

a) Blätter mit großen, dunklen Flecken, die an der Unterseite, besonders am Rande des Fleckens, mit feinem, grauen Schimmel bedeckt sind; später auch Stengel und Knollen braunfleckig: Krautfäule, *Phytophthora infestans* . . . . . 60

b) Kraut gelbgrün bis gelb; Blättchenränder etwas zusammengefaltet; Knollenbasis dunkler gefärbt; beim Durchschneiden der basale kranke Teil der Schnittfläche bleichrot gefärbt, später braun bis schwarz: Rotfäule, *Phytophthora erythroseptica* 72

c) Kraut schnell vergilbend, sein Wachstum einstellend; Stengel unten schwarz, absterbend; Knollen verfaulend: Stengelbakteriose, *Bacillus phytophthorus* u. a. . . . . 18

d) Sprosse durchscheinend braunfleckig mit braunschwarzen Gefäßen, vor der Zeit welk; Knollen mit braunschwarzem Gefäßbündelring: Ringbakteriosen, *Bacillus Solanacearum* und *Bacterium sepedonicum* . . . . . 15, 17

e) Stengel dünn, von unten herauf absterbend; Blätter vergilbend; im Gefäßbündelring gelbbraune Flekken mit gelbem Schleim im Stengel und in den Knollen: Braunbakteriose, *Bacillus solanincola* . . . . . 20

f) Blättchen tütenförmig der Länge nach eingerollt, unterseits oft gelblich oder rötlich; Knollenansatz schwach, nach 2—3 Jahren aufhörend: Blattrollkrankheit. . . . . 249

**Runkelrübe,** *Beta vulgaris.*

Seite

A. An Keimpflanzen.

a) Keimlinge beim Hervortreten aus den Knäulen schwarz werdend, absterbend: Keimlingsbakteriose, *Bacillus mycoides* . . . . . 34

b) Der unterhalb der Keimblätter befindliche Stengelteil der Keimpflanze schmutzig-weiß, runzelig; Wurzel weich, schwarz, Pflanze umfallend: Keimlingsbrand, *Pythium de Baryanum* . . . . . 57

c) Wurzeln mit braunschwarzem Staub an der Oberfläche, einschrumpfend, mürbe, Stengel und Blätter vergilbend, absterbend: Wurzelbräune, *Thielavia basicola* . . . . . 158

d) Abtöten des Wurzelhalses und Umfallen der Pflanzen: *Rheosporangium aphanidermatus* . . . . . 55

B. An Stengeln und Blättern.

a) Blattspreite mit mosaikartigen, hellgelben oder dunkelgrünen Flecken; Blattstiel glasig durchscheinend, schleimig; das ganze Blatt bald absterbend: Gelbsucht, *Bacillus tabificans* . . . . . 32

b) Einzelne Blätter der Keimpflanzen und der Samenrüben bisweilen mit Becherrostflecken; ältere Blätter mit kleinen, braunen, über das ganze Blatt verstreuten Flecken: Rost, *Uromyces Betae* . . . . 144

c) Zuckerrübenblätter mit verstreuten Acidienflecken: Becherrost . . . . . 144

d) Junge Blätter blaß und gekräuselt, mit zurückgerollten Rändern; ältere Blätter angeschwollen, unterseits mit aschgrauem Schimmelüberzug: Falscher Meltau, *Peronospora Schachtii* . . . . . 74

e) Blätter und Stengel mit einem dünnen, weißen Häutchen bedeckt, mit eingebetteten schwarzen Punkten: Meltau, *Erysiphe communis* . . . . . 157

f) Blatt wie mit feinstem Mehl bedeckt, später mit schwarzen Perithecien: *Microsphaera Beta* . . . . 157

g) Blätter mit verstreuten braungrauen, rotumsäumten, mit Büscheln von Pilzfäden versehenen, schließlich schwarzen, vertrockenden Flecken: Blattschwärze, *Cercospora beticola* . . . . . 227

h) Blätter mit runden, braungesäumten Flecken, die in der Mitte von weißem Pilzflaum bedeckt sind: Graufleckigkeit, *Ramularia Betae* . . . . 226

C. An den Wurzeln.

a) Gefäßbündel der Wurzel zuerst rotbraun, dann schwarz; Wurzelgewebe schließlich in eine gummi-

oder sirupartige Masse zerfließend: Schleimbakteriose, *Bacillus Betae* . . . . . Seite 30
b) Kleine, schwarze Warzen an der Wurzel, bisweilen zu querlaufenden Geschwülsten zusammenfließend: Warzenbakteriose, *Bacterium scabiegenum* . . 31
c) Zuerst glasige Flecken an den Wurzeln, dann konzentrische Hohlräume, endlich die Wurzel schwammig: Gummikrankheit, *Bacterium Mori* . . . 31
d) Ähnlich der „Gelbsucht" *(Bacillus tabificans)*, aber die Blattspreite nicht verwelkt, der Blattstiel nicht glasartig, nicht schleimig: der Erreger unbekannt („Contagium" in der Zelle selbst lebend, latent): Mosaikkrankheit . . . . . 32
e) Große, kurz gestielte, unregelmäßig gefurchte Anschwellungen am oberen Teil der Wurzel: *Urophlyctis leproides* . . . . . 54
f) Warzige Erhöhungen oder rissige Vertiefungen an der Oberfläche der Wurzel: die Rübe zeigt oft eine Einschnürung in der Mitte: Gürtelschorf, *Oospora cretacea* u. a. . . . . 232
g) Zuerst getrennte, später zu knotigen Auswüchsen zusammenfließende Flecken: Schorf („Beet Scab"), *Oospora Scabies* . . . . . 233
h) Violettroter Filz aus Pilzfäden rings um die Wurzel, mit eingebetteten, braunschwarzen Körpern; der vom Filz bedeckte Teil oft eingeschnürt: Wurzeltöter, *Rhizoctonia violacea* . . . . . 243
i) Am Wurzelhalse große Schwülste: Kronengall, *Pseudomonas tumefaciens* . . . . . 28
k) Schwülste mit rauher, rissiger Oberfläche: Tuberculosis, *Bacterium becticolum* . . . . . 29

**D. An der ganzen Pflanze.**

a) Sklerotinia-Fäule, *Sclerotinia sclerotiorum*. Siehe Kartoffel, B, a . . . . . 208
b) Botrytis-Fäule, *Botrytis cinerea*. Siehe Kartoffel, B, b . . . . . 214
c) Blätter klein, gelbbraun, schließlich schwarz; Wurzel zwergartig, im Inneren mit dunklen konzentrischen Ringen; aus den Gefäßbündeln fließt ein dunkler Saft: Kalifornische Bakteriose . . 31
d) Kleine, braune Sklerotien am obersten Teile der Rübe, sowie an der Oberfläche und im Inneren von Stengel und Zweigen: *Typhula Betae* . . . . . 151
e) Die jüngsten Blätter der Rosette braun, nachher schwarz: die Wurzel hört auf zu wachsen und zeigt an der Oberfläche vertiefte, von kleinen dunkel-

braunen Punkten bedeckte Flecken oder Risse; zuletzt kleine Blattrosetten am Rübenkopf: Herzfäule, *Mycosphaerella tabifica (Phoma Betae)* . 176

**Kohl, Kohlrübe, Raps und Weisse Rübe,** *Brassica oleracea, B. Napus* und *B. Rapa.*[1])

A. An Keimpflanzen.

a) Keimlingsbrand, *Pythium de Baryanum.* Siehe Gerste, A, a . . . . . 57
b) Wurzelhals schwarz; Pflanzen fallen um: *Olpidium Brassicae* . . . . . 55
c) Wurzelbräune, *Thielavia basicola.* Siehe Runkelrübe, A, c . . . . . 158
d) Abtöten des Wurzelhalses und Umfallen der Pflanzen: *Rheosporangium aphanidermatus* . . . . . 55

B. An Stengeln, Blättern und Blütenständen.

a) Mittelrippe der Blätter und jüngere Stengelteile zerfallen zu einer übelriechenden Masse: Bakteriose an Weißkohl . . . . . 28
b) Bakteriosen an Blumenkohl, *Bacillus oleraceae* und *B. brassicae Vorus* . . . . . 28
c) Stengel, Blätter und die verbildeten Blütenstände mit schneeweißen, glänzenden Krusten: Weißer Rost, *Cystopuus candidus* . . . . . 81
d) Stengel, Blätter und die verbildeten Blütenstände mit weißem, mehlartigem Überzug: Falscher Meltau, *Peronospora parasitica* . . . . . 78
e) Meltau, *Erysiphe communis.* S. Weizen, D, d 155
f) Stengel, Blätter und Schoten mit länglichen oder rundlichen, schwarzbraunen Flecken: Schwärze, *Leptosphaeria Napi (Sporidesmium exitiorum)* . . 203
g) Sclerotinia-Fäule, *Scleriotinia sclerotiorum.* Siehe Kartoffel, B, a . . . . . 208
h) Botrytis-Fäule, *Botrytis cinerea.* Siehe Kartoffel, B, b . . . . . 214
i) Anfangs blaßgrüne, später weiße, in der Mitte dunkelpunktierte Flecken an den Blättern: *Mycosphaerella brassicicola (Phyllosticta Brassicae)* . . 180

C. An Wurzeln.

a) Wurzeln verbildet, mit zahlreichen, unregelmäßigen Auswüchsen, schließlich verfaulend: Hernie, *Plasmodiophora Brassicae* . . . . . 38

[1]) Hier werden — um Wiederholungen zu vermeiden — nebst den Wurzelgewächsen (Kohlrübe und Weiße Rübe) auch Kohl und Raps aufgenommen, da die schädlichen Pilze bei sämtlichen Kreuzblütlern wesentlich dieselben sind.

Seite

b) Wurzeltöter, *Rhizoctonia violacea*. Siehe Runkelrübe, C, h . . . . . 243

c) Der obere Teil der Wurzel mit hellbraunen, später braunschwarzen Flecken; Wurzel schließlich verfaulend: *Phoma Napobrassicae* . . . . . 222

d) Am wachsenden Kohl stirbt die Wurzel unterhalb der Erdoberfläche ab; zahlreiche Beiwurzeln wachsen vom unteren Stengelteil heraus; die Pflanzen sterben oft ganz ab und fallen um; im gelagerten Kohl treten im Inneren des Strunkes „Krebsstellen" auf: Fallsucht, *Phoma oleracea* . . . . . 219

D. An der ganzen Pflanze.

a) Blattmittelrippe und Blattstiel mit schwarzen Gefäßbündeln; Wurzel braunfleckig, im Inneren mit radialen oder longitudinalen schwarzen Streifen; Wurzel oft lang und dünn, von der Form einer Mohrrübe: Braunbakteriose, *Pseudomonas campestris* . . . . . 21

b) Blätter vergilben und fallen zu Boden; Wurzelfleisch mit grauweißen Flecken; Wurzel schließlich verfault und übelriechend: Weißbakteriose, *Pseudomonas destructans* . . . . . 27

c) Blätter und Wurzel mit braunen, nachher schwarzen Sklerotien von der Größe eines Kohlsamens: *Typhula gyrans* . . . . . 151

**Möhre,** *Daucus Carota.*

A. An oberirdischen Teilen.

a) Blattunterseite mit dickem, schwarzweißem Schimmel: *Plasmopara nivea* . . . . . 79

b) Blätter mit braunen Flecken, die an der Unterseite mit braunen Mycelbüscheln bedeckt sind: *Cercospora Apii* . . . . . 228

c) Botrytis-Fäule, *Botrytis cinerea*. Siehe Kartoffel, B, b . . . . . 214

B. An Wurzeln.

a) Wurzel mit braunen Flecken; die Krankheit beginnt bei der Krone und breitet sich nach unten und innen aus; die Wurzeln verfaulen schnell; meistens im Winterlager: Bakteriose, *Bacillus carotovorus* . . . . . 35

b) Wurzeltöter, *Rhizoctonia violacea*. Siehe Runkelrübe, C, h . . . . . 243

C. An der ganzen Pflanze. Seite

a) Stengel und Wurzel mit grauen, vertieften, mit schwärzlichen Wärzchen besetzten Flecken; die Wärzchen entsenden je eine rötliche Fadenranke; kein Samenansatz; Wurzeln im Lager oft verfaulend: Mohrrüben-Fäule, *Leptosphaeria Rostrupii (Phoma Rostrupii)* . . . . . 201

**Pastinake,** *Pastinaca sativa.*

a) *Plasmopara nivea.* Siehe Möhre, A, a . . . . . 79
b) Meltau, *Erysiphe communis.* Siehe Weizen, D, d 157
c) *Cercospora Apii.* Siehe Möhre, b . . . . . 228
d) Blätter mit kleinen, bleichen, in der Mitte schwarz punktierten Flecken: *Septoria Pastinacae* . . . . 223
e) Wurzeln im Winterlager naßfaul: Bakteriose, *Bacillus carotovorus* . . . . . 35

**Cichorie,** *Cichorium Intybus.*

a) Blätter und Stengel mit kleinen, gelben, zuweilen auch schwarzen, staubgefüllten Pusteln: Rost, *Puccinia Cichorii* . . . . . 143
b) Botrytis-Fäule, *Botrytis cinerea.* Siehe Kartoffel, B, b . . . . . 214

## 3. Hülsenfrüchte.

**Erbse,** *Pisum sativum, P. arvense.*

A. An Keimpflanzen.

Keimlingsbrand, *Pythium de Baryanum.* Siehe Gerste, A, a . . . . . 57

B. An Wurzeln.

a) Wurzelbräune, *Thielavia basicola.* Siehe Runkelrübe, A, c . . . . . 158
b) Wurzeln von Pilzfäden durchwuchert, oft rot oder braun; Stengel und Blätter vergilbend, absterbend: St. Johanniskrankheit, *Fusarium vasinfectum* u. a. . . . . 238

C. An oberirdischen Teilen.

a) Blätter und Stengel mit rostbraunen, staubgefüllten Pusteln, nachher mit harten, schwarzbraunen Anschwellungen: Rost, *Uromyces Fabae* . . . . . 145

b) Blätter mit großen, verfärbten, unterseits mit dikkem, grauviolettem Schimmel bedeckten Flecken: Falscher Meltau, *Peronospora Viciae* . . . 78
c) Meltau, *Erysiphe communis*. S. Runkelrübe, B, e 157
d) Stengel und Hülsen, mitunter auch Samen mit gelben, braunumsäumten Flecken: *Mycosphaerella pinodes (Acochyta Pisi)* . . . . . 181
e) Blattflecken: *Septoria leguminum* . . . . . 223
f) Die ganze Pflanze bald vergilbend, mit grauschwarzem Staub bedeckt: Schwärze, *Mycosphaerella Tulasnei (Cladosporium herbarum)* . . . . . 172

**Wicke,** *Vicia sativa, V. villosa* u. a.; **Pferdebohne,** *Faba vulgaris.*

A. An Wurzeln.

*Fusarium vasinfectum* u. a. Siehe Erbse, B, b . . 238

B. An oberirdischen Teilen.

a) Rost, *Uromyces Fabae*. Siehe Erbse, C, a . . . 145
b) Falscher Meltau, *Peronospora Viciae*. Siehe Erbse, C, b . . . . . 78
c) Meltau, *Erysiphe communis*. S. Runkelrübe, B, e 157
d) *Mycosphaerella Pinodes (Ascochyta Pisi)*. Siehe Erbse, C, d . . . . . 181
e) Blaßgelbe, braunschwarz punktierte Blattflecken: *Phyllosticta Fabae* . . . . . 219
f) An der Oberfläche der Blätter runde, dunkle Flekken, an deren Mitte braunschwarze Apothecien: *Pseudopeziza Medicaginis* . . . . . 216
g) Blätter mit kreisrunden, weißen, braun umsäumten Flecken; Blattunterseite mit Pilzfadenflaum: *Ramularia sphaeroidea* . . . . . 226

**Linse,** *Lens esculenta.*

a) Rost, *Uromyces Fabae*. Siehe Erbse, C, a . . . 145
b) *Peronospora Viciae*. Siehe Erbse, C, b . . . . 78

**Lupine,** *Lupinus luteus, L. albus, L. angustifolius.*

A. An Keimpflanzen.

a) Blätter mit gelben, nachher braunen Flecken; Pflanze bald vertrocknend: Bakteriose, *Bacillus elegans* 35
b) Keimlingsbrand, *Pythium de Baryanum*. Siehe Gerste A, a . . . . . 57

B. An Wurzeln. Seite

a) Wurzelfäule, *Thielavia basicola*. Siehe Runkelrübe, A, c . . . . . 158

b) *Fusarium vasinfectum* u. a. Siehe Erbsen, B, b . . 238

c) Stengel mit kleinen, länglichen, blaßen Flecken, an denen schwarze Mycellager hervorbrechen: *Cryptosporium leptostromiforme* . . . . . 225

## Klee, *Trifolium pratense, T. repens* u. a.

### A. An Wurzeln.

a) Wurzeltöter, *Rhizoctonia violacea*, f. *Trifolii*. Siehe Runkelrübe, C, h . . . . . 243

b) Wurzel mit harten, schwarzen, im Inneren weißen, unregelmäßigen Sklerotien von Erbsengröße oder etwas darüber; im Herbst wachsen aus denselben blaßrote, langgestielte Pilzkörper hervor: Kleekrebs, *Sclerotinia Trifoliorum* . . . . . 205

c) Wurzel mit ähnlichen, aber etwas kleineren Sklerotien, die im Herbst gestielte Fruchtkörper mit keulenförmigen Köpfchen entwickeln: *Mitrula Sclerotium* . . . . . 217

### B. An oberirdischen Teilen.

a) Kleine, verstreute, braune, zuweilen später auch schwarze, staubgefüllte Pusteln: Rost, *Uromyces striatus, U. Trifolii* und *U. Trifolii-repentis* . . . 145

b) Helle, mit grauviolettem Schimmel bedeckte Flecken an der Blattunterseite: Falscher Meltau, *Peronospora Trifoliorum* . . . . . 76

c) Meltau, *Erysiphe communis*. S. Runkelrübe, B, e 155

d) Blasenförmige Anschwellungen auf Blättern und Blattstielen: *Olpidium Trifolii* und *Urophlyctis bohemica* . . . . . 51

e) Blätter und Stengel mit kleinen, braunen Sklerotien von der Größe eines Kleesamens: *Typhula Trifolii* 151

f) Stengel mit langen, eingesenkten, hellbraunen Flekken mit breitem, schwarzem Saum: Stengelbrenner, *Gloeosporium caulivorum* . . . . . 224

g) Blätter mit kreisrunden, verwelkenden, von gelben, später braunen Pilzwärzchen bedeckten Flecken: *Gloeosporium Trifolii* . . . . . 225

h) Blätter an der Unterseite mit schwarzen, krustenartigen Flecken: *Plowrightii Trifolii (Polythricium Trifolii)* . . . . . 171

Seite

i) Blätter mit braunen Flecken, an denen kleine, rotbraune wachsartige Scheiben entstehen: *Pseudopeziza Trifolii* . . . . . 216

k) Blätter mit schwarzbraunen Flecken, die sich ausbreiten, bis das ganze Blatt eingetrocknet ist: *Macrosporium sarcinaeforme* . . . . . 232

l) Blätter mit kleinen, weißen, schwarz punktierten Flecken: *Phyllosticta Trifolii* . . . . . 219

m) Blattoberfläche mit kleinen, hellbraunen, purpurfarbig umsäumten Flecken: *Sphaerulina Trifolii* . 182

n) Abwelken und Herunterfallen der Blätter oder der ganzen Pflanze: *Fusarium euoxysporum* u. a. . . . 240

**Luzerne, Gelbklee,** *Medicago sativa, M. lupulina* u. a.

A. An Wurzeln.

a) Wurzeltöter, *Leptosphaeria circinans (Rhizoctonia circinans)*. Siehe Runkelrübe, C, h . . . . 197

b) Kleekrebs, *Sclerotinia Trifoliorum*. S. Klee, A, b 205

c) Am Wurzelhals zahlreiche, unregelmäßige, korallenartige Auswüchse: *Urophlyctis Alfalfae* . . . . 54

B. An oberirdischen Teilen.

a) Rost, *Uromyces striatus*. Siehe Klee, B, a . . . 145

b) Falscher Meltau, *Peronospora Trifoliorum*. Siehe Klee, B, b . . . . . 76

c) Meltau, *Erysiphe communis*. S. Runkelrübe, B, e 157

d) *Pseudopeziza Trifolii*. Siehe Klee, B, i . . . . . 216

e) An den Blättern lange, gelbe Flecken den Nerven entlang; an den entfärbten Flecken Pustelflecken mit Konidien: *Pyrenopeziza Medicaginis (Phyllosticta Medicaginis)* . . . . . 216

f) Blätter mit kleinen, weißen, braun umsäumten, schwarz punktierten Flecken: *Septoria Medicaginis, Pleosphaerulina Briosiana* und *Cercospora Medicaginis* . . . . . 223, 182, 228

g) *Mycosphaerella pinodes (Ascochyta Pisi)*. Siehe Erbse, C, d . . . . . 181

**Platterbse,** *Lathyrus pratensis, L. tuberosus* u. a.

a) Rost, *Uromyces Fabae*. Siehe Erbse, C, a . . . 145

b) Falscher Meltau, *Peronospora Viciae*. Siehe Erbse, C, b . . . . . 78

c) Meltau, *Erysiphe communis*. S. Runkelrübe, B, e 157

d) Blätter mit schwarzen, kreisrunden, krustenartigen Flecken: *Drachora Onobrychidis* . . . . . 17.

Seite

e) Blattunterseite mit kleinen, blaßen Flecken, die Büschel von Pilzfäden tragen: *Ovularia deusta* . . 226
f) *Fusarium euoxysporum* u. a. Siehe Klee, B, n . . 240

**Esparsette**, *Onobrychis sativa.*

a) Blätter und Stengel mit rostbraunen, schließlich schwarzen, staubgefüllten Pusteln: Rost, *Uromyces Onobrychidis* . . . . . 145
b) Kleekrebs, *Sclerotinia Trifoliorum.* S. Klee, A, b 205
c) *Diachora Onobrychidis.* Siehe Platterbse, d . . . 172
d) *Pseudopeziza Medicaginis.* Siehe Wicke, B, f . . . 216
e) *Mycosphaerella pinodes (Ascochyta Pisi).* Siehe Erbse, C, d . . . . . 181
f) *Ramularia Onobrychidis.* Siehe Wicke, B, g . . . 226

**Wundklee**, *Anthyllis Vulneraria.*

a) Stengel und Blätter mit rostbraunen, schließlich schwarzen, staubgefüllten Pusteln: Rost, *Uromyces Anthyllidis* . . . . . 145
b) *Phyllosticta Trifolii.* Siehe Wicke, B, e . . . . 219
c) Blätter mit weißen, schwarz punktierten Flecken: *Septoria Anthyllidis* . . . . . 223

**Hornklee**, *Lotus corniculatus* u. a.

a) Rost, *Uromyces striatus.* Siehe Klee, B, a . . . 145
b) Falscher Meltau, *Peronospora Trifoliorum.* Siehe Klee, B, b . . . . . 76
c) Meltau, *Erysiphe communis.* S. Runkelrübe, B, e 157
d) *Mitrula sclerotiorum.* Siehe Klee, A, c . . . . 217
e) Blätter mit gelben, schließlich roten Flecken von unregelmäßiger Form: *Ramularia Schulzeri* . . . 226

**Serradella**, *Ornithopus sativus.*

Wurzeltöter, *Leptosphaerea circinans (Rhizoctonia circinans).* Siehe Runkelrübe, C, h . . . . 197


## 4. Sonstige landwirtschaftliche Kulturpflanzen.


**Lein**, *Linum usitatissimum* u. a.

a) Blätter und Stengel mit gelben, später rostbraunen bis schwarzen Sporenlagern: Rost, *Melampsora Lini* . . . . . 147

b) Stengel schlaff, herabhängend; Pflanzen auf verstreuten Flecken der Felder erkrankend; die äußersten Wurzelverzweigungen glasartig, brüchig: Wurzelbrand, *Olpidiaster radicis* . . . . . 53

**Senf,** *Sinapis alba* u. a.

a) Keimlingsbrand, *Pythium de Baryanum*. Siehe Gerste, A, a . . . . . 57
b) Hernie, *Plasmodiophora Brassicae*. S. Kohl, C, a 38
c) Weißer Rost, *Cystopus candidus*. S. Kohl, B, e 81
d) Falscher Meltau, *Peronospora parasitica*. Siehe Kohl, B, d . . . . . 78
e) Sclerotinia-Fäule, *Sclerotinia sclerotiorum*. Siehe Kartoffel, B, a . . . . . 208

**Spörgel,** *Spergula arvensis*.

a) Keimlingsbrand, *Pythium de Baryanum*. Siehe Gerste, A, a . . . . . 57
b) Blätter und Stengel mit rotbraunen, später schwarzen, kreisrunden, staubgefüllten Pusteln: Rost, *Puccinia Spergulae* . . . . . 142
c) Blätter mit blassen, von feinem, grauem Schimmel bedeckten Flecken: Falscher Meltau, *Peronospora obovata* . . . . . 79
d) Blätter und Stengel mit blassen, später schwarzen Flecken: *Septoria Spergulae* . . . . . 223

**Buchweizen,** *Fagopyrum esculentum*.

a) Blätter und Stengel mit großen, kreisrunden, dunkel umsäumten, in der Mitte isabellafarbenen Flecken: *Ascochyta Fagopyri* . . . . . 224
b) Blätter und Stengel mit blassen, hellrot umsäumten Flecken: *Phyllosticta Polygonorum* . . . . . 219

**Tabak,** *Nicotiana Tabacum* u. a.

A. An Keimpflanzen.

a) Wurzelbräune, *Thielavia basicola*. Siehe Runkelrübe, A, c . . . . . 158
b) Pflanzen schlaff, schleimig, schließlich mit schwarzem, sammetartigen Überzug: *Alternaria tenuis* . . 232

B. An ausgewachsenen Pflanzen.

a) Stengelglieder mit langen vertieften, dunklen Flekken; Pflanzen sterben ab: Anthracnose, *Bacillus aeruginosus* und *B. tabacivorus* . . . . . 36

Seite

b) Blätter mit kleinen, blassen, schließlich weißen und eintrocknenden Flecken: Bakteriose, *Bacillus maculicola* . . . . . 36

c) Blätter mit gelben, runden Flecken, in deren Mitte eine tote, weiße Stelle entsteht, die sich erweitert; bisweilen das Blattgewebe zum wesentlichen Teile abgestorben: „Wildfire", *Bacterium tabaficum* . 36

d) „Blackfire", *Bacterium angulatum* . . . . . 36

e) „Yellow-rust", *Bacterium melleum* . . . . . 36

f) Blätter dürr, hängen herunter und sterben ab: Bakteriose, *Bacillus Solanacearum* u. a. . . . . 15

g) Blätter und Stengel mit weißlichen Flecken, später mit harten, schwarzen Sklerotien: *Sclerotinia Nicotianae* . . . . . 207

h) Blätter mit zahlreichen, hellen, später weißen und dürren Flecken, die zum Teile in der Mitte mit kleinen, schwarzen Punkten versehen sind: *Phyllosticta Tabaci* . . . . . 218

i) Blätter mit braunen, dürren, unregelmäßigen Flecken: *Ascochyta Nicotianae* . . . . . 224

k) Blätter mit kleinen, braunen oder weißen, schließlich dürren Flecken: Pocken . . . . . 257

l) Mosaik . . . . . 254

**Sonnenblume**, *Helianthus annuus.*

Blattunterseite selten mit hellgelben Becherrostflecken, etwas häufiger mit braunen, sehr häufig mit schwarzen, staubgefüllten Pusteln: Rost, *Puccinia Helianthi* . . . . . 143

**Erdartischocke**, *Helianthus tuberosus.*

a) Rost, *Puccinia Helianthi.* Siehe Sonnenblume. . 143

b) An Stengeln und Knollen: Sclerotinia-Fäule, *Sclerotinia sclerotiorum* . . . . . 208

**Cikoria**, *Cichorium Intybus.*

Kleine, zimtbraune Uredopusteln an den Blättern, selten nachher schwarze Teleutoflecken am Stamme: Rost, *Puccinia Cichorii* . . . . . 143

**Hanf**, *Cannabis sativa.*

a) Stengel mit langgezogenen, weißgrauen Flecken; Blätter mit schwarzen Flecken, die später als Löcher erscheinen: Bakteriose, *Bacillus cubonianus* . . 35

Seite

b) Blätter mit gelben Flecken, die unterseits von schwarzgrauem Schimmel bedeckt sind: Falscher Meltau, *Peronospora cannabina* . . . . . 79

c) Stammgewebe von Mycelfäden durchwuchert; Sklerotien in Hohlräumen des Stammes: Botrytis-Fäule . . . . . 214

d) Blattflecken: *Phyllosticta Cannabis* . . . . . 219

**Hopfen**, *Humulus Lupulus.*

Blattflecken: *Phyllosticta Humuli, Ascochyta Humuli* und *Septoria Humuli* . . . . . 219, 224, 223

**Schlafmohn**, *Papaver somniferum.*

a) Schimmelüberzug an Keimpflanzen, bisweilen auch an jungen Blütenstielen: Falscher Meltau, *Peronospora arborescens* . . . . . 79

b) An Blättern und Stengeln dunkle, dürre Flecken mit schwarzen Fadenbüscheln: *Dendryphium penicillatum* 228

# Register.


## A.

*Actinomyces aeruginosus* 234, *albus v. ochroleucus* 235, *incarnescens* 235, *intermedius* 235, *Scabies* 235, *tricolor* 235, *xanthostroma* 235.
*Aecidium Anchusae* 127, *Berberidis* 122, *Catharticae* 137, *Frangulae* 137, *graveolens* 140, *ornithogalense* 139, *Oxalidis* 139, *rubellum* 141, *Tussilaginis* 141.
*Alternaria Solani* 231, *tenuis* 232.
Anthraknose des Tabaks 36.
*Aphanomyces laevis* 56, 59, 179.
*Aplanobacter Rathyi* 35.
*Arthobotrys* 59.
*Ascochyta Boltshauseri* 224, *Fagopyri* 224, *graminicola* 224, *Humuli* 224, *Nicotianae* 224, *Phaseolorum* 224, *Pisi* 181, *sorghina* 224, *Zeina* 224.
*Asterocystis radicis* 54.
Aucuba Mosaik 252.

## B.

*Bacillus aeruginosus* 36, *amylobacter* 13, *atrosepticus* 20, *Betae* 30, *brassicaevorus* 28, *carotovorus* 35, *caulivorus* 20, *Cubonianus* 36, *elegans* 36, *maculicola* 36, *melanogenes* 20, *mycoides* 34, *oleraceae* 28, *phytophtorus* 18, *Solanacearum* 15, *solanincola* 20, *solaniperda* 12, *solanisaprus* 20, *Sorghi* 35, *tabacivorus* 36, *Zeae* 35.
Bacteriose gummosis der Runkelrüben 30.
*Bacterium angulatum* 37, *atrofaciens* 35, *beticolum* 29, *fluorescens* 14, *melleum* 37, *moniliformans* 35, *Mori* 31, *phytophthorus* 14, *scabiegenum* 31, *sepidonicum* 15, *tabaficum* 37, *translucens* v. *undulosum* 35, *xanthochlorum* 14.
Bakteriosen:
auf Getreidekörnern 34,
auf Hanf 36,
auf Kartoffel: Braun- 20, Knollen- (Bakterienfäule) 12, Ring- 15, Stengel- 18,
auf Kohlgewächsen: auf Blumenkohl 28, Braun- 21, Warzen- der Weißen Rüben (schwarze Fäulnis) 25, Weiß- der Kohlrübe 27, auf Weißkohl 28.
auf Lupine 36,
auf Mais 35,
auf Möhre 35,
auf Runkelrübe: Gelbsucht 32, Kalifornische (Rübenpest) 31, Keimlings- 34, Schleim- (Rübenschwarzfäule) 30, Warzen- 31,
auf Tabak 36.
Beet Scab 233.
Beizung des Saatgetreides 89.
Blackfire des Tabaks 37.
Black rot 27
Blattbräune der Runkelrübe 179
Blattrollkrankheit der Kartoffel 249.
Blattschwärze der Runkelrübe 227.

Blauspitzigkeit der Gerste 194.
Blight of Beet 176.
*Botrytis cinerea* 214, -Fäule 214.
Brand:
Beulenbrand auf Mais 103.
Flugbrand auf Gerste 97, auf Hafer 101, auf Süßgras 108, auf Weizen 95.
Hartbrand auf Gerste 99, auf Hafer 103.
Staubbrand auf Sorghohirse 106.
Steinbrand (Stinkbrand) auf Gerste 94, auf Honiggras 94, auf Raygras 94, auf Roggen 94, auf Straußgras 94, auf Weizen 85.
Stengelbrand auf Roggen 110.
Braunfleckigkeit der Gerste 193.
Brown Rot der Kohlgewächse 27.
Brulüre des Flachses 53.
Buckelschorf der Kartoffel 234.
Buntwerden der Kartoffel 253.

## C.

*Calonectria graminicola* 160.
*Cephalosporium* 242, *acrenomium* 235.
*Cercospora Apii* 228, *beticola* 227, *concors* 229, *Medicaginis* 228.
Charbon des Tabaks 36.
Chinkle der Kartoffel 252.
*Chromosporium Maydis* 225.
*Chrysophlyctis endobiotica* 50.
*Cladosporium herbarum:* auf Getreide 172, auf Erbse 175.
*Claviceps microcephala* 171, *purpurea* 166, *Wilsoni* 171.
Club-root 41.
Common Mosaik der Kartoffel 252.
*Coniosporium* 186.
Contagium fixum 256, vivum fluidum 256.
Corky-Scab 44.
Corn-Blight 35.
Corn-Stalk-Disease 35.
*Corticium vagum* v. *Solani* 150.
*Cryptosporium leptostromiforme* 225.
*Cystopus candidus* 81.

## D.

Damping of 58.
*Dendryphium penicellatum* 228.
*Diachora Onobrychidis* 172.
*Dictyosporium opacum* 183.
*Dilophia graminis* 187.
*Dilophospora graminis* 187.
*Diplodia Zeae* 164.
Dürrfleckenkrankheit des Kartoffelkrautes 230.

## E.

Early potato blight 231.
Eisenfleckigkeit der Kartoffel 253.
*Endoconidium temulentum* 175.
Entartung der Kartoffel 252.
*Epichloë typhina* 164.
*Erysiphe graminis* 155, *communis* 157.

## F.

Falling at the Butt 209.
Falscher Meltau 56, auf Luzerne 76, auf Runkelrübe 74.
Fallsucht des Kohls 219.
Federbuschsporenkrankheit 187.
Filzkrankheit der Kartoffel 148.
Finger-and-toes 41.
Flachschorf der Kartoffel 235.
Fusariosen der Getreide- und Grasarten 238, der Leguminosen 238.
*Fusarium aurantiacum* 237, *avenaceum* 236, *Brassicae* 25, *coeruleum* 240, *culmorum* 237, *Cumartii* 242, *euoxysporum* 240, *falcatum* 239, *graminearum* 164, *graminum* 237, *maydyperdum* 238, *nivale* 160, *oxysporum* 242, *radicicola* 242, *redolens* 239, *roseum* 164,

*rostratum* 164, *tracheiphilum* 240, *trichotheciodes* 242, *vasinfectum* 238, 239.
Fußkrankheit des Getreides 182, 238.

G.

Gangrène de la tige 20.
Gelbfleckigkeit des Kartoffelkrautes 229.
Gelbsucht 32.
*Gibellina cerealis* 188.
*Giberella saubinetii* 163, sp. 59.
*Gloeosporium caulivorum* 224, *Dactylidis* 225, *graminum* 225, *Trifolii* 225.
Grasmeltau 155.
Graufleckigkeit des Hafers 246, der Runkelrübe 226.
Gummikrankheit der Zuckerrübe 31.
Gürtelschorf der Runkelrübe 232.

H.

Halmbrecher 183.
Halmtöter 185.
Hanfkrebs 214.
Hart Rot of Beet 176.
Helminthosporiose der Gerste 194.
*Helminthosporium Avenae* 195, *Bromi* 195, *graminum* 189, *sativum* 195, *teres* 193.
Hernie der Kohlgewächse 38.
Herzfäule der Runkelrübe 176.
Houghing 209.
*Hypochnus circinans* 246, *Solani* 148.

I.

Internal Disease of Potatoes 253.
Intervenial Mosaik 252.

J.

Jaunisse bacterienne 32.

K.

Kartoffelkrankheit 60.
Kartoffelkrebs 48.
Keimlingsbakteriose 34.
Keimlingsbrand 57.
Klee-Anthraknose 225.
Kleekrebs 205.
Kohlhernie 38.
Kolbenpilz der Gräser 164.
Korkschorf 44.
Korninfektion 86.
Kräuselkrankheit der Kartoffel 252.
Krautfäule der Kartoffel 60.
Krebs der Kartoffel 48.
Kronengallen der Runkelrübe 28.
Kronenrost des Hafers 135.

L.

*Laestadia microspora* 182.
*Lanosa nivalis* 163.
Leaf-Drop-Streak 252.
Leaf Roll 252, Marginal- 252.
*Leptosphaeria avenaria* 204, *circinans* 197, *extialis* 196, *herpotrichoides* 182, *Napi* 203, *Rostrupii* 201, *Tritici* 195.

M.

*Macrosporium sarcinaeforme* 232, *Solani* 231.
Maisrost 139.
Maladie digitoire 41, du coeur 176, du Pied 183.
Marginal Leaf Roll 252.
*Marssonina Secalis* 225.
*Mastigosporium album* 187.
*Melampsora Lini* 147.
Meltaupilze 153.
*Micrococcus Tritici* 34.
*Microsphaera Betae* 157.
Mißbildungen auf Rübenpflanzen 43.
*Mitrula sclerotiorum* 217.
Mohrrübe-Fäule 201.
*Monosporium* 242.

Mosaik: Aucuba- 252, Common 252, Intervenial 252, auf Runkelrübe 33, auf Tabak 254.
Mutterkorn 166.
*Mycosphaerella basicola* 181, *brassicicola* 180, *exitialis* 181, *pinodes* 181, *recutita* 182, *tabajica* 176, *Tulasnei* 172.
Mykoplasma 54, 66, 115, 180, 256.
*Myxomonas Betae* 180.

## N.

Naßfäule der Kartoffel 70.
*Nectria Solani* 242.
Nervation noire 20.
Noir des Tabaks 36.

## O.

Örråg 175.
*Olpidiaster radicis* 53.
*Olpidium Brassicae* 55, *Trifolii* 55.
*Oospora cretacea* 232, *intermedia* 232, *nigrificans* 232, *rosella* 232, *scabies* 233, *tenax* 232, *violacea* 232.
*Ophiobolus cariceti* 187, *graminis* 185, *herpotrichoides* 183, *herpotrichus* 182.
*Ovularia deusta* 226.

## P.

Pathologische adoptive Matation 252.
*Peronospora arborescens* 79, *cannabina* 79, *Maydis* 79, *obovata* 79, *parasitica* 79; *Schachtii* 74, *Trifoliorum* 76, *Viciae* 78.
*Phellomyces sclerotophorus* 235.
Phloëm-Necrose 252.
*Phoma Betae* 59, 176, *Hennebergii* 196, *Napobrassicae* 229, *oleracea* 219, *Rostrupii* 201, *sphaerosperma* 179.
*Phyllachora graminis* 171.
*Phyllosticta Anthyllidis* 219, *cannabis* 219, *Fabae* 219, *Humuli* 219, *Medicaginis* 217, *phaseolina* 219, *Polygonorum* 219, *tabifica* 179, *Trifolii* 219.
*Physarum cinereum* 46.
*Phytophthora erythrosperma* 72, *infestans* 60.
Piétin du Blé 183.
*Plasmodiophora Brassicae* 38.
*Plasmopara nivea* 79.
*Pleosphaerulina Briosiana* 182.
*Pleospora putrefaciens* 179, *trichostoma* f. *Hordei* 189.
*Plowrightia Trifolii* 171.
Pocken des Tabaks 256.
*Polythrincium Trifolii* 172.
Potato Black Scab 49, Disease 49, Rosette 49.
Pourriture des Tabaks 36, du coeur 176.
Powdery Scab 44.
*Pseudomonas campestris* 21, *destructans* 28, *Stewartiii* 35, *tumefaciens* 28.
*Pseudoperonospora Humuli* 79, *Medicaginis* 216.
*Pseudopeziza Trifolii* 216.
*Puccinia Anthoxanthi* 141, *Arrhenateri* 130, *bromina* 129, *Cichorii* 144, *coronata* 137, *coronifera* 135, *dispersa* 127, *glumarum* 129, *graminis* 118, *Helianthi* 143, *holcina* 129, *Magnusiana* 142, *Maydis* 139, *Milii* 141, *Phlei-pratensis* 126, *Phragmitis* 121, *Poae alpinae* 141, *Poarum* 141, *Rubigo-vera* 132, *simplex* 138, *Spergulae* 144, *Symphyti-Bromorum* 129, *Triseti* 129, *triticina* 128.
*Pyrenophora teres* 193, *Tritici-repentis* 192.
*Pyrenopeziza Medicaginis* 217.
*Pyroctonum sphaericum* 55.
*Pythium de Baryanum* 57, 179.

## R.

*Ramularia Betae* 226, *Onobrychidis* 226, *Schulzei* 226, *sphaeroides* 226.
*Rheosporangium aphanidermatus* 56.
*Rhizoctonia Medicaginis* 197, *Solani* 148, *violacea* 243, v. f. *Trifolii* 200.
Ringelschorf der Kartoffel 234.
Rost: Cichorie 144, Erbse 146, Erdartischocke 143, Esparsette 147, franz. Raygras 139, Goldhafer 129, Honiggras 129, Klee 146, Knaulgras 147, Lein 147, Linse 146, Luzerne 147, Pferdebohne 146, Platterbse 146, Rispengras 141, Ruchgras 141, Schilfgras 141, Sonnenblume 143, Spergel 144, Trespe 129, Wicke 146, Wundklee 146.
Berberitzen-Fleckenrost 123.
Berberis-Hexenbesenrost 139.
Braunrost auf Roggen 126, auf Weizen 128.
Gelbrost 129.
Kronenrost auf Grasarten 137, auf Hafer 135.
Maisrost 139.
Rübenrost 144.
Schwarzrost 118.
Timotheengrasrost 125.
Zwergrost der Gerste 138.
Rotfäule der Kartoffel 72.
Rotkörnigkeit des Getreides 34.
Rotlauf des Tabaks 36.
Rouille blanche des Tabaks 36.

## S.

Schneeschimmel des Getreides 160.
Schorf
der Kartoffel: Buckel- 234, Flach- 235, Ringel- 234, Schwamm- 43, Tief- 235, Variabler 235,
der Runkelrübe: Gürtel- 232,
Schwarzbeinigkeit der Kartoffel 18.
Schwarzbrand des Tabaks 37.
Schwarze Beine der Kohlsämlinge 85.
Schwarzpunkt-Krankheit des Getreides 195.
Schwarzrippenkrankheit der Kartoffelblätter 20.
Schwarzspelzigkeit des Weizens 34.
Schwärze: des Getreides 172, der Kohlgewächse 203, der Runkelrübe (Blatt) 227.
*Sclerospora graminicola* v. *Setariae-italicae* 80, *macrospora* 80.
Sclerotinia-: Fäule 208, *Fukkeliana* 208, *Libertiana* 214, *Nicotiannae* 207, *sclerotiorum* 208, *Trifoliorum* 205.
*Sclerotium Clavus* 166, *Disease* 209.
*Scolecotrichum graminis f. Avenae* 248.
*Septoria Agropyri* 223, *Anthyllidis* 223, *Avenae* 204, *Bromi* 223, *cannabina* 223, *Humuli* 223, *leguminum* 223, *Medicaginis* 223, *nodorum* 196, *Passerini* 223, *Pastinacae* 223, *Secalis* 223, *silvestris* 223, *Spergulae* 223, *Tritici* 223.
Silver-Scurf der Kartoffel 235.
*Solanella* 251.
Specialisierung des Parasitismus (specialisierte Formen) 114.
*Sphaceliа segetum* 166, 168.
*Sphaerulina Trifolii* 182.
*Spondylocladium atrovirens* 235.
*Spongospora subterranea* 43.
*Sporidesmium exitiosum* 203, *putrefaciens* 179, *Solani varians* 230.
*Sprain of patotoes* 253.
*Spumaria alba* 47.
Stalk-Disease 209.
Stengelbreuner des Klees 224.
Stipple Streak of potatoes 252.

St. Johannis-Krankheit der Erbsen 238.
Streifenkrankheit der Gerste 189.
*Stromatinia temulenta* 175.
Störungen im Stoffwechsel 256.
*Synchytrium endobioticum* 48, *Solani* 50.

## T.

Take all 183.
Taumelroggen 175.
*Thielavia basicola* 158.
Tiefschorf der Kartoffel 235.
*Tilletia decipiens* 94, *Holci* 94, *Hordei* 94, *laevis* 84, *Lolii* 94, *Pancicii* 94, *Secalis* 94, *striaeformis* 94, *Tritici* 84.
Tracheomykosen 238.
Trockenfäule der Kartoffel 70.
Tuberculosis der Runkelrübe 29.
*Typhula*-Fäule 150, *Betae* 151, *graminum* 150, *gyrans* 152, *Trifolii* 152.

## U.

Umfallen der Keimpflanzen 58.
*Uroceystis Bolivari* 111, *occulta* 110, *Tritici* 111.
*Uromyces Anthyllidis* 146, *Betae* 144, *Dactylidis* 147, *Fabae* 146, *Onobrychidis* 147, *Poae* 147, *striatus* 147, *Trifolii* 146, *T. repentis* 146.
*Urophlyctis Alfalfae* 54, *bohemica* 55, *leproides* 54.
*Ustilago Avenae* 101, *bromivora* 108, *bulgarica* 106, *Crameri* 108, *cruenta* 106, *Digitariae* 108, *Fischeri* 106, *grandis* 109, *Hordei* 99, *hypodytes* 109, *Kolleri* 103, *longissima* 108, *Maydis* 103, *nuda* 97, *Panicimiliacei* 107, *perennans* 108, *Rabenhorstiana* 108, *Reiliana* 106, *Sorghi* 106, *Tritici* 95.

## V.

*Verticillium* 251, 252.

## W.

Warty Disease der Kartoffel 49.
Weißer Rost der Kreuzblütler 81, des Tabaks 36.
Weißfäule der Kartoffel 240.
Welkekrankheit 240.
White-heads des Getreides 183.
White-rot of Turnip 27.
White Spot 209.
Wildfire des Tabaks 36.
Wurzelbrand des Flachses 53, des Getreides 238.
Wurzelbräune 158.
Wurzeltöter des Klees 200, der Luzerne 197, der Wurzelgewächse 243.

## Y.

Yellow Blight (Yellowing) 253.
Yellow Rust des Tabaks 37.

## Z.

Zwergrost der Gerste 138.

**Das Urteil der Kenner über den**

# Mikrokosmos

„Ich rechne den Mikrokosmos mit zum Grundstein der Bibliothek jedes Mikroskopikers, denn diese Fülle von Rezepten, Materialangaben usw. ist derart unerschöpflich, daß kein Liebhaber oder Fachmann den Mikrokosmos ohne Anregung und Bereicherung seines Wissens aus der Hand legen wird . . . ."

„Endlich fand ich das, was ich schon lange suchte, Ihren geradezu wunderbaren Mikrokosmos, der mich nun als treuer Ratgeber auf meinen Forscherfahrten begleitet . . . ."

„Selbstverständlich weise ich bei jeder Gelegenheit auf den Mikrokosmos hin, schon aus Dankbarkeit für das Gebotene . . . ."

# Mikrokosmos

**Organ der Deutschen Mikrobiologischen Gesellschaft :: Herausgeber Dr. G. Stehli**

Jährlich 12 Hefte und 1 Buchbeilage. 1/4 Jahr RM 2.—

GESCHÄFTSSTELLE DES MIKROKOSMOS:

**Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart**

Für jeden Gartenbesitzer, für den Land- und Forstwirt

# Feinde der Land- und Forstwirtschaft

**Ihre Biologie und Bekämpfung**

Eine volkstümliche Darstellung in Wort und Bild der Lebensweise, des Schadens und der Bekämpfung der bekanntesten Schädlinge in der Land- und Forstwirtschaft

**Mit Unterstützung der biologischen Reichsanstalt für Forst- und Landwirtschaft herausgegeben von Dr. Georg Stehli**

Vollständig in 6 Lieferungen zu je 32 Seiten mit 16 Abbildungen je RM 1.50. Karteikasten dazu RM 1.20

**Für jeden Landwirt und Forstmann**

ein stets brauchbaren Rat u. sachliche Hilfe gewährendes Auskunftsmittel

Franckh'sche Verlagshandlung :: Stuttgart

## Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmittel

# Uspulun-Saatbeize
# Tillantin-Naßbeize
# Trockenbeize „Höchst"

(Tillantin-Trockenbeize)

zur Beizung von jederlei Saatgut (Weizen, Roggen, Gerste, Hafer, Rüben usw.), sowie zur Bekämpfung des gefürchteten Beulenbrandes bei Mais.

**Solbar**

gegen pilzliche u. tierische Obst- u. Gemüseschädlinge.

**Elosal-Neu**

gegen Meltau.

**Nosprasen**

gegen Peronospora und Heu- und Sauerwurm, Fusikladium und Obstmaden.

I. G. Farbenindustrie Aktiengesellschaft

BAYER

Leverkusen b. Köln a. Rh.

Höchst a. M.

**Beizapparat „Perfekt“** D. R. G. M.

**in 3 Größen lieferbar.**

Einfach
Praktisch
Billig!

8000 Apparate
im
Betriebe!

**Richard Kayser, Stettin 40**

Maschinen-Fabrik

# Spritzen und Apparate

zur

## Schädlings-Bekämpfung

an allen Kulturpflanzen, in der modernsten Ausführung, vom

## Motorbetrieb

herunter bis zur kleinsten Handspritze,
ebenso hand- und rückentragbare

**Pulver-Zerstäuber** zur Trocken-bestäubung

liefert seit 28 Jahren die weltbekannte Firma

**Gebr. Holder, Maschinenfabr. Metzingen** (Wttbg.)

Ausführlichen Hauptkatalog No. 251 gratis.

# Berichte über

# Landarbeit

## Band I

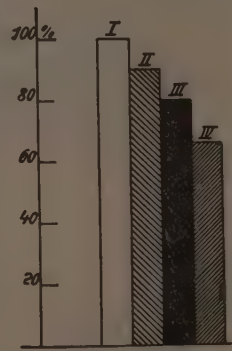
Prof. Dr. Atzler, Berlin; Dr. Felber, Halle; Geh. Rat Prof. Dr Fischer; Güterdirektor Lüders, Halle-Trotha; Dr. Munter, Königsberg; Rittergutspächter v. Oertzen, Strehlow; Dr. Ries, Landsberg; Prof. Dr. Sander, Leipzig; Prof. Dr. Seedorf, Göttingen; Geh. Ökonomierat Dr. h. c. Steiger, Leutewitz; Ministerialrat Dr. v. Wenckstern u. a.

Herausgegeben von **Professor Dr. Derlitzki**

Direktor der Versuchsanstalt für Landarbeitslehre, Pommritz

Aus dem Inhalt

Arbeitsphysiologie und Landwirtschaft — Arbeitsbuchführung als Grundlage des Arbeitspensums — Wirtschaftlichkeit bei der Anwendung von Maschinen und Geräten — Praktische Arbeit auf Grund wissenschaftlicher Ergebnisse — Leistungslohn — Arbeitsverfahren — Landwirtschaftliche Praxis und Volkswirtschaft — Nutzbringende Lehrzeit — Jugendpflege und Landarbeit — Pensum der Arbeit — Fachliche Ausbildung

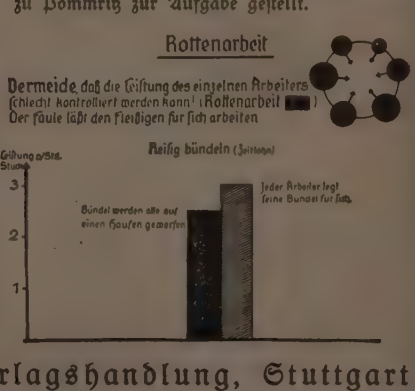



Zeitbedarf beim Garbenaufbinden. I. Erst Bandlegen, dann Raffen, Einlegen, Binden. II. Erst Raffen, dann Bandlegen, Einlegen, Binden. III Raffen, mit Band unter Gerafftem durchfahren. IV. Dasselbe mit zweckmäßigstem Knüpf- und Bindegriff.

**Statistische Darstellungen, wie sie auch jeder Landwirt heute braucht.**

Rationalisierungsbestrebungen liegen im Geist unserer Zeit. Eine Amerikanisierung, wie sie in der Industrie um sich gegriffen hat, ist für die Landwirtschaft nicht angängig. Von manchem ist die Landwirtschaft abhängig: Wetter, Bodenbeschaffenheit usw.

Not ist die Triebfeder des Fortschrittes. Die Not der Zeit hat auch die Landwirtschaft auf neue Wege gewiesen. Gangbares zu finden hat sich die Versuchsanstalt für Landarbeitslehre zu Pommritz zur Aufgabe gestellt.




Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart